



**SOMECE**

Sociedad Mexicana de Computación en la Educación, A.C.

**EDyT**

**Educación y Tecnología**

**No. 0**  
Nueva época



### Consejo Directivo

Luis Lach Herrera, *Presidente*  
Rene Herrera Santana, *Vicepresidente*  
Roberto Sayavedra Soto, *Secretario*  
Christian Hernández Quiroz, *Tesorero*  
Guadalupe Aguilar Ibarra, *Consejera*  
Jorge Hernán Gutiérrez Martínez, *Consejero*  
Patricia Avila Muñoz, *Consejera*  
Beatriz Pérez Guerrero, *Directora General*

### Presidente Honorario

Guillermo Kelley Salinas

### Directora de la revista

Patricia Avila Muñoz

### Coordinadora de recursos informativos

Martha Noa Reinoso

### Consejo Editorial

Carlos Vizcaíno Sahagún  
Enrique Ruiz Velasco Sánchez  
Felipe Bracho Carpizo  
Francisco Cervantes Pérez  
Germán Escorcía Saldarriaga  
Manuel Gándara Vázquez  
Manuel Moreno Castañeda  
María Estela Arredondo Ramírez  
Marina Vicario Solórzano  
Roberto Montes de Oca

### Diseño y edición

Alejandro Taboada Martínez-Sotomayor



Educación y Tecnología, EDyT, es una publicación electrónica de la Sociedad Mexicana de Computación en la Educación (SOMECE), editada trimestralmente en su nueva época. Se distribuye mediante las redes sociales y la página Web oficial <http://www.somece.org.mx/somece/>

<http://www.facebook.com/pages/SOMECE/321161051423?ref=hl>

<http://www.facebook.com/somece>

[https://twitter.com/SOMECE\\_AC](https://twitter.com/SOMECE_AC)

<mx.linkedin.com/pub/somece-a-c/67/143/951/>

Los artículos firmados no reflejan necesariamente la línea editorial de SOMECE, por lo que son de responsabilidad plena de los autores los contenidos presentados en los mismos. Se autoriza la reproducción parcial o total con fines no lucrativos, citando puntualmente al autor y la fuente.

SOMECE: Pitágoras #842, Col. del Valle, Del. Benito Juárez, C.P. 03100, México D.F. Teléfonos: +52 (55) 5543-3613 +52 (55) 5709-9987

No. De certificado de Licitud de Título, en trámite; No. De Reserva de Derechos de Autor, en trámite; Registro ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, en trámite. ISSN: en trámite. RFC: MCE961108G20

Estimados miembros de la Sociedad Mexicana de Computación en la Educación, SOMECE:

Este número "0" de la revista *Educación y Tecnología*, es el punto inicial de una nueva etapa no sólo de la publicación, sino del Consejo Directivo de nuestra sociedad. Sus páginas, serán espacios abiertos a la colaboración de sus socios, voz viva de SOMECE, en un contexto definido por la competencia abierta en cuanto al desarrollo de contenidos relacionados con la tecnología de cómputo, en el campo de la investigación y del diseño educativo de calidad. En esta era del conocimiento es menester que una organización como la nuestra fortalezca sus propósitos y su misión en lo que se refiere a:

1. Elaborar contenidos educativos con uso de TIC que sean relevantes en el entorno nacional e internacional, que se nutran sí, de lo que en otras geografías se está produciendo, pero que nuestras aportaciones se identifiquen como propias tanto por el tratamiento de los temas y como por su relación con la situación y los requerimientos educativos actuales en nuestro país y en el mundo.
2. Difundir, a través de nuestra publicación las producciones y la opinión de los académicos en lo que a políticas públicas para el uso de las TIC se refiere, sobre todo las relacionadas con nuestros propósitos y su proyección sea, en cuanto a sus objetivos, a mediano y largo plazos, para avanzar, para perdurar; evaluables y perfectibles en su trayectoria e instrumentación.

3. Dado el avance de los desarrollos tecnológicos, no hay entorno de infraestructura para TI que sea definitivo. Lo mismo pasa para los modelos pedagógicos: siempre habrá nuevos enfoques, particularmente cuando se vinculan a cambios sustantivos en el entorno tecnológico.

De lo que se trata es de involucrarnos y revolucionar lo que se ha producido en México para el uso de las TIC en la educación, desde la creación de la Telesecundaria, hace nueve lustros, hasta los modelos que el Gobierno de la República recientemente puso en marcha. Como organización debemos formar parte del cambio educativo, aportar nuestras experiencias y reflexiones de manera propositiva, sin escatimar el análisis profundo de las necesidades para identificar lo que se requiere crear, corregir o desechar.

Asimismo, deseamos que este vehículo de comunicación esté a la disposición de la membresía. Los invitamos a producir conocimiento y a pasar por el proceso de revisión crítica y constructiva de la publicación. Eventualmente esperamos que sus colaboraciones llenen sus páginas, lo único que se requiere es ser miembros registrados de SOMECE y estar al corriente en sus aportaciones.

Disfruten la lectura.

**Luis Lach**

*Presidente*



Número 0

Qué es SOMECE .....	5
Cambio de la Mesa Directiva .....	6
Premio SOMECE .....	7
Comité Académico .....	8

Artículos

**Espejo, mapa y soneto: La naturaleza reflexiva del portafolio electrónico de evidencias construido por estudiantes universitarios** **9**

Frida Díaz Barriga Arceo  
Abraham Heredia Sánchez

**Dispositivo auxiliar inalámbrico que sustituye al mouse para apoyo del maestro en clases (DAIMAM)** **19**

Moreno Cervantes Axel,  
Carreto Arellano Chadwick,  
López Ruiz Gabriela.

**Uso de software libre (Windows QSB) para enseñar Programación Lineal a alumnos de Ciencias Sociales.** **27**

Vicente Ángel Ramírez Barrera  
Ana Elena Narro Ramírez  
Ángel Eduardo Ramírez Nieves

Asómese a SOMECE .....	40
Cambio de oficinas .....	41

## ¿Qué es SOMECE?

El 28 de mayo de 1986 fue constituida la Sociedad Mexicana de Computación en la Educación, SOMECE, como una asociación civil sin fines de lucro y como la organización nacional que daría continuidad a los eventos que anualmente y de manera itinerante, se realizan en la República Mexicana.

SOMECE es una organización educativa y profesional dedicada al desarrollo del conocimiento; a promover la calidad de la educación, en todos sus niveles y modalidades, con el apoyo de las tecnologías. Se distingue como un órgano de consulta independiente sobre políticas y proyectos relacionados con el uso de las tecnologías de la información y la comunicación, que fomenta la vinculación y mantiene relaciones de colaboración con organismos e instituciones nacionales y extranjeras del sector público y privado. Se considera un espacio para el intercambio de experiencias en docencia, investigación, desarrollo de contenidos, administración, liderazgo, creatividad e innovación, para impulsar la tecnología educativa entre profesores, formadores, autores, investigadores, desarrolladores, directivos, administradores y otros especialistas en educación, ciencia y tecnología.

La SOMECE se identifica como una red de colaboración para el aprendizaje sobre informática educativa y para la educación informática; para el análisis de resultados de investigación y el desarrollo de contenidos y aplicaciones. Cuenta con un equipo de expertos que imparte programas de desarrollo profesional, organiza eventos académicos además de publicar, asesorar y evaluar proyectos de integración de las tecnologías en la educación.

Entre sus actividades atiende las distintas necesidades e intereses particulares de sus miembros, del público en general y de las instituciones, con las que se efectúan convenios en actividades académicas y de difusión como las siguientes:

- Simposio internacional de computación en la educación.
- Conferencias y videoconferencias.
- Mesas redondas y grupos de discusión.
- Seminarios de análisis y reflexión.
- Exposiciones.
- Portal Web de la SOMECE y redes sociales.

- Intercambio académico con instituciones y asociaciones de profesionales, nacionales y extranjeras.
- Formación de líderes, de cuadros y de especialistas a través de diplomados, cursos de posgrado y talleres.
- Asesoría a instituciones y proyectos.
- Asesoría en políticas públicas de integración de tecnología en el ámbito educativo.
- Revista Digital Educación y Tecnología, EDYT

SOMECE es una organización pionera en México para la promoción del uso de las TIC en la educación. Desde su origen ha constituido un gran foro para el intercambio de conocimientos a través de las múltiples actividades que desarrolla. Destacan los 28 simposios internacionales en los que participaron personalidades, reconocidas nacional e internacionalmente, en los campos de interés compartido.

Conocer el pasado nos brinda la oportunidad de plantearnos el futuro, en este sentido la SOMECE enfoca sus esfuerzos a fortalecer su presencia y ofrecer a sus miembros y a la comunidad, información relevante sobre las políticas públicas que el país debe implementar; sobre la multiplicidad de modelos educativos con uso de tecnologías, los existentes y los emergentes, de acuerdo a los nuevos entornos tecnológicos. Con base en su trayectoria, SOMECE debe posicionarse como un actor con voz propia y con la clara perspectiva de lo que debe hacerse en el país y, en ese sentido, asumirse como una voz coadyuvante de la sociedad civil organizada, del Gobierno de la República (federal, estatal y local) y de los representantes de la iniciativa privada, interesados en el tema de las TIC en la educación.

La colaboración de todos sus miembros y de las instituciones que apoyan a SOMECE, permitirán difundir y compartir nuevos saberes con el mundo entero, participando activamente en la era del conocimiento.

Ser socio de SOMECE significa ser parte de la historia, sumarse a todos aquéllos que buscan trascender en el camino de una educación con el uso de las tecnologías desde una perspectiva eficiente e inclusiva, buscando nuevas rutas hacia la perfección y el logro de los objetivos que emanan de la convivencia. ☒

## Cambio de la Mesa Directiva

El pasado 18 de enero de 2013, en la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía "Manuel del Castillo Negrete" (ENCRYM) del Instituto Nacional de Antropología e Historia, se llevó a cabo el cambio de mesa directiva de la SOMECE, el presidium estuvo conformado por el Dr. Enrique Calderón Alzati, Fundación Arturo Rosenblueth y miembro fundador de la SOMECE, el Lic. Guillermo Kelley Salinas, Patrono Delegado de UNETE y Presidente honorario de la SOMECE; la Lic. Verónica Estrada y Moscoso, Presidenta del Consejo Directivo saliente; Lic. Luis Lach Herrera, Presidente del Consejo Directivo Electo; y la Lic. Liliana Giorguli Chávez, Directora ENCRYM y anfitriona del evento.

El programa se desarrolló de la siguiente manera:

- Palabras de la Directora del ENCRYM
- Informe final de la Presidente Saliente de la SOMECE
- Presentación del Consejo Directivo (período 2013-2017)

- Toma de protesta por el Presidente Honorario de la SOMECE
- Mensaje del Presidente entrante

Entre los asistentes, se contó con la presencia de expresidentes de la SOMECE, Dra. Yolanda Campos, Mtro. Alfonso Ramírez, Dr. Germán Escorcía, Dr. Enrique Ruiz Velasco, Lic. Elvia Luz Monasterio, y Dra. Marina Vicario.

El actual Consejo Directivo está integrado por: Luis Lach Herrera, Presidente; René Herrera Santana, Vicepresidente; Roberto Sayavedra Soto, Secretario; Christian Hernández Quiróz, Tesorero; Guadalupe Aguilar Ibarra, Consejera; Patricia Avila Muñoz, Consejera; Jorge Hernán Gutiérrez Martínez, Consejero y Beatriz Pérez Guerrero, Directora General.

Después de la ceremonia, se llevó a cabo un brindis de honor donde se reconoció la labor realizada por el Consejo Directivo saliente y auguraron éxito a la nueva administración.



## Para los premios SOMECE: ¿a quién buscamos?

### Roberto Sayavedra Soto

Pierre Levy, filósofo francés, quien asistiera a uno de los congresos de esta sociedad, definió “virtual” como: [...] la fuerza que está dentro de las cosas, lo que impulsa a una semilla a convertirse en árbol. En tanto que la virtualización la interpreta como: [...] el proceso que lleva a ser al árbol desde la semilla; es tomar distancia del “aquí y del ahora”. En una interpretación personal de sus aportaciones, lo virtual es lo que existe en potencia pero no en acto y presenta la tendencia a actualizarse pero no siempre de un modo correcto.

La virtualización está en todos los aspectos de nuestra vida como, por ejemplo el control del cuerpo, caminar en dos piernas. Reflexionar sobre esto, abre debates acerca de lo real y lo virtual, cuando se busca la diferencia entre la identidad creada en un juego de Internet contra la relación de la identidad de la misma persona en su mundo. ¿En qué momento dejé de hacer algo real en Internet? Levy nos lleva a una reflexión diferente al mencionar que lo virtual es, al final, una forma distinta en el desempeño de las personas, según cada una de las actividades que realiza cuando se desenvuelve en la sociedad.

Ahora mismo, el cambio que se está dando en Occidente, es el paso de una economía industrial a una economía del conocimiento. Nuevos modelos económicos impulsados por el ingenio, la tecnología, la invención y el talento, donde las formas de desempeño de las personas llevan a comprender qué es la colaboración cuando se trabaja en equipo. Qué es la inteligencia colectiva cuando se resuelven los problemas globales que nos aquejan, considerando, y llevándola a cabo con, el consenso de la comunidad. Y es en este consenso donde se respeta la opinión entre pares, y entre pares y la autoridad. La forma diferente es aprender, desaprender y reaprender en el presente.

Aprender a aprender es el propósito y existen coincidencias de opinión respecto a que la inversión para la educación es la mejor inversión. El compromiso implica formar alumnos con vocación para el estudio y el trabajo intelectual; creativo y dispuesto a aprender. La educación, como proceso formativo, da resultados a mediano y largo plazos, por lo que las instituciones deben estimular vocación y esfuerzo.

Por lo anterior, se proponen los siguientes criterios para otorgar los premios SOMECE

- A. Por su dedicación a la investigación: seleccionado a los candidatos entre los miembros y/o personas relacionadas con la SOMECE. Sus evidencias de investigación deberán ubicarse en el contexto de las tecnologías para la comunicación y la información, a lo largo del año.
- B. Por trayectoria: se otorgará a persona, institución o proyecto relacionado(a) con la educación y con el uso de la tecnología, en específico, con las tecnologías de la información y la comunicación, basando la elección, en el análisis de evidencias que den muestra de su trayectoria hasta el año en que se otorga el premio.

Por último, el Comité de Selección estará integrado por miembros fundadores de la SOMECE, junto con representantes del Consejo Consultivo, coordinados por el Secretario del Consejo Directivo de esta misma sociedad. Cabe recordar, que en este primer año, el premio se otorgará a personas. Y que a mediano plazo estos premios pasarán a otorgarse a “comunidades de aprendizaje”. ☞

## Comité Académico SOMECE

### René Herrera Santana

La Sociedad Mexicana de Computación en la Educación AC, está conformada por diferentes dependencias de dirección, entre las cuales figura el Comité Académico. Éste a diferencia del resto de la estructura, se caracteriza por ser una entidad constituida por grupos de especialistas ad hoc, que participan en asuntos de interés de la Sociedad, entre ellos se destacan los siguientes:

- 1- **Consejo Editorial** encargado de la publicación de la Revista Digital de la SOMECE.
- 2- **Comité de Políticas Educativas Nacionales**, responsable por elaborar las propuestas de la Sociedad sobre la educación con TIC.
- 3- **Comité de Contenidos**, a cargo de proponer las mejores formas de construir conocimientos sobre la base de aprendizajes autónomos significativos (aprender a aprender).

El Comité Académico de la SOMECE es un órgano coordinado por la Vicepresidencia de la Sociedad y está conformado por miembros del Consejo Consultivo y otros socios que, por su jerarquía académica y/o científica, son considerados expertos en el tema que trata cada comité especializado.

El estilo de trabajo del Comité Académico es esencialmente colaborativo. Una de sus

actividades principales, para alcanzar consensos, es el seminario interno de la sociedad, en el cual se tratan los temas cuyos contenidos son relevantes para las posiciones que públicamente debe manifestar la organización sobre los contenidos que se relacionan con la educación con uso de tecnologías de la información y la comunicación.

Los grupos del Comité Académico realizan su trabajo organizándose como redes o comunidades que colaboran de manera presencial y virtual, esto permite la integración colegiada de participantes de todas las regiones o entidades de la República, los miembros de cada grupo creado con una finalidad determinada (*ad hoc*), para un tema concreto, pueden ser propuestos por otros socios. También puede haber auto propuestas cuando un miembro considera que tiene conocimientos, experiencia y disposición para ello.

El Consejo Editorial ya está en funciones y el de Políticas comenzará sus actividades en abril. Están abiertas las propuestas para integrar socios a estos tres comités ya definidos y para proponer temas que impliquen la constitución de otros grupos, seguimos adelante. ☒





## Espejo, mapa y soneto: La naturaleza reflexiva del portafolio electrónico de evidencias construido por estudiantes universitarios

Frida Díaz Barriga Arceo | Abraham Heredia Sánchez

Facultad de Psicología y Colegio de Pedagogía  
Universidad Nacional Autónoma de México

## Resumen

*En esta ponencia se reporta una experiencia de construcción de portafolios electrónicos con estudiantes de licenciatura en Psicología, que están concluyendo la carrera o bien se encuentran en la etapa de transición al campo de formación profesional elegido. El modelo de e-portafolio se sustenta en el enfoque de evaluación auténtica y se apoya en las metáforas del portafolio como espejo, mapa y soneto. En el documento se explican e ilustran las metáforas mencionadas con base en las narraciones y artefactos construidos por los estudiantes. El propósito del portafolio reside en que los estudiantes construyan un sitio web personalizado donde reflexionen acerca de su trayecto en la licenciatura, mientras que analizan algunas de las producciones académicas más significativas que han generado y plantean una visión prospectiva de su plan de vida y carrera. Los e-portafolios de aprendizaje permiten la recuperación y sistematización de producciones y experiencias de aprendizaje significativas, y pueden funcionar para el seguimiento y la autorregulación del aprendizaje, así como para la reflexión sobre la propia identidad y trayectoria. Asimismo, permiten fortalecer las habilidades académicas de los estudiantes y su literacidad digital.*

**Palabras clave:** portafolios electrónicos, evaluación auténtica, identidad profesional, procesos reflexivos, formación profesional.

### Introducción: Los portafolios electrónicos como recurso de evaluación auténtica

La búsqueda de alternativas innovadoras a la evaluación de los aprendizajes y a la posibilidad de integrar las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la formación de los estudiantes universitarios ha generado un interés creciente por el empleo de los portafolios electrónicos. Es así que en diversas instituciones de educación superior se está consolidando la práctica de conformar portafolios de evidencia de los trabajos realizados por los estudiantes en determinado curso o inclusive a lo largo de su formación profesional. La intención subyacente es documentar, a través de una colección ordenada de artefactos digitalizados, lo que los estudiantes han logrado, las capacidades o competencias que les permiten resolver activamente tareas complejas, las habilidades que poseen para solucionar problemas reales vinculados con la profesión a la que se van a dedicar y habilidades para participar colaborativamente en proyectos relevantes, donde demuestran que han logrado integrar y aplicar el conocimiento disciplinar y práctico que han aprendido.

Concebidos de esta manera, los portafolios pueden ubicarse en el enfoque de la llamada evaluación auténtica del aprendizaje, debido a que son instrumentos que se enfocan en el desempeño del aprendiz e incluyen una diversidad de estrategias de instrucción-evaluación no sólo holísticas, sino rigurosas, que enfatizan la cualificación de los aprendizajes logrados (conocimientos, habilidades y actitudes), siendo relevantes tanto las producciones como los procesos conducentes a las mismas.

En una situación de evaluación auténtica se busca evidencia de que una persona muestra un desempeño significativo en tareas auténticas relacionadas con el mundo real, es decir, en situaciones y escenarios (escolares, comunitarios, profesionales, etc.); dicha evidencia debe mostrar la riqueza de lo que se ha logrado comprender, solucionar o intervenir en relación con asuntos de verdadera pertinencia y trascendencia tanto personal y académica, como social y profesional (Herman, Aschbacher y Winters, 1992; Díaz Barriga, 2006).

Por lo antes dicho, cuando se conforma un portafolio de evidencias es importante valorar no sólo el producto académico o profesional generado por el autor del mismo, sino que interesa seguir el proceso de adquisición y perfeccionamiento de determinados saberes o formas de actuación, y sobre todo, propiciar la reflexión y autoevaluación personal que cobra sentido en función de los contextos socioeducativos y culturales específicos donde ha ocurrido el proceso formativo (Darling-Hammond, Ancess y Falk, 1995). En este sentido, concordamos con la definición que ofrecen Joyes, Gray y Hartnell-Young (2010:16) sobre lo que debe consistir un portafolio electrónico (también denominado e-portfolio o e-folio):

Una producción creada por el aprendiz, una colección de artefactos digitales que articulan sus experiencias, desempeños y aprendizajes. En torno a cada una de las producciones o presentaciones incluidas por el estudiante, subyace un proceso enriquecedor y complejo de planeación, síntesis,

compartición, discusión, reflexión recepción y respuesta a la retroalimentación. Estos procesos, referidos al e-portafolio basado en el aprendizaje, son el foco de atención creciente, desde que el proceso de aprendizaje puede y debe ser tan importante como el producto final.

### Proceso formativo y aprendizajes que se propician a través de un e-portafolio

Bronwyn (2007) hablaba ya del auge creciente del empleo de los portafolios, en parte debido a las posibilidades que las tecnologías digitales ofrecen en su elaboración e instrumentación. Para este autor, en una década los portafolios físicos o impresos en papel habrán desaparecido y proliferarán los portafolios electrónicos, debido a que su rasgo más sobresaliente es que conducen al estudiante o al profesor no sólo a expresar las capacidades que poseen, sino a reflexionar sobre la construcción y devenir de la propia identidad y porque las tecnologías digitales posibilitan su construcción en entornos interactivos y versátiles.

También puede afirmarse que el portafolio electrónico de aprendizaje no es únicamente un nuevo instrumento de evaluación del desempeño, también puede considerarse en sí mismo, tal como lo propone Goodson (2007), un nuevo género o patrón de comunicación, que va más allá del texto académico o literario que habitualmente se solicita a los estudiantes. Es así que nos enfrentamos a un tipo distinto de producción o trabajo académico-escolar que le demanda al autor la combinación de géneros textuales, lenguajes y artefactos muy diversos, creados probablemente en distintos momentos y situaciones, para conformar una nueva situación retórica, una narrativa reflexiva que otorgue unicidad y sustento a la colección ofrecida en el portafolio, teniendo un nuevo propósito así como una audiencia distinta y cambiante. Más aún, este autor considera que un buen modelo de portafolios electrónicos puede hacer converger en el ciberespacio las ventajas de la evaluación auténtica con las de la evalua-

ción objetiva de los aprendizajes.

### Metáforas sobre la naturaleza reflexiva del portafolio electrónico

Coincidimos con los autores revisados en que lo más relevante es la naturaleza reflexiva del portafolio y en esa dirección se debe enfocar el diseño tecnopedagógico conducente a su elaboración y consecuente evaluación. De acuerdo con Gibson y Barrett (2003) dicha capacidad de reflexión se puede expresar mediante tres metáforas: *espejo*, *soneto* y *mapa*, las cuales guiarán el proceso de conformación de los e-portafolios y el análisis de las reflexiones de sus autores:

- Un *espejo* porque la naturaleza reflexiva del portafolio permite a sus autores ver su propio crecimiento a lo largo del tiempo e identificar los aprendizajes logrados en términos de su relevancia y trascendencia.
- Un *mapa* porque les ayuda a desarrollar la habilidad de planear, establecer metas y revisar o navegar a través de las producciones y artefactos que sus autores han creado y colectado.
- Un *soneto* porque el portafolio puede constituir un marco de referencia para la expresión creativa de sus autores, ya que a pesar de existir dimensiones o entradas comunes basadas en determinados estándares, cada portafolio será único como expresión de la identidad de su autor y deberá permitir un margen de libertad.

En este trabajo exponemos una experiencia de construcción de portafolios electrónicos de estudiantes de licenciatura, que se sustenta en los autores antes citados. La intención es ante todo explicar e ilustrar las metáforas mencionadas con base en las narraciones y artefactos construidos por los estudiantes.

**“En una situación de evaluación auténtica se busca evidencia de que una persona muestra un desempeño significativo en tareas auténticas relacionadas con el mundo real, es decir, en situaciones y escenarios ”**

## Participantes y contexto educativo de la experiencia

La experiencia de construcción de un portafolio electrónico con evidencias de aprendizaje de los estudiantes de la Licenciatura en Psicología de la UNAM se viene realizando desde 2010 y se ha focalizado en dos momentos del trayecto formativo en dicha licenciatura:

- Estudiantes de la asignatura Psicología Pedagógica II de la Licenciatura en Psicología (plan 1971), que se imparte en los semestres 7° y 9°. El proyecto se instrumentó en los ciclos 2010-1, 2011-1 y 2012-1. Participaron un total de 33 estudiantes, 31 mujeres y 2 hombres, con un rango de edad entre 20 y 26 años y una moda de 22. Dado que son estudiantes que están concluyendo su licenciatura, se denominó a este proyecto “portafolio de cierre de carrera”.
- Estudiantes de la asignatura Comprensión de la Realidad Social 1 (plan 2008) que se

imparte en el 4° semestre, ciclo 2012-2. Participaron un total de 51 estudiantes, 45 mujeres y 6 hombres, con un rango de edad entre 19 y 22 años y una moda de 20. Dado que en este semestre termina la formación general en la carrera y a partir del quinto semestre podrán elegir el campo de su interés (Psicología Clínica, Social, Neurociencias, Educativa, etc.), se denominó a este proyecto “portafolio de elección de campo profesional”.

En ambas situaciones, los e-portafolios se desarrollaron a lo largo de todo el semestre académico. En 2010 se diseñaron en *Google-Sites* y a partir de 2011 en *Wix*. Las entradas, tipo de evidencias a incluir, aprendizajes a evaluar y preguntas para la reflexión que se consideraron en cada caso, variaba según el proyecto, asignatura y ciclo. Sin embargo, como común denominador se hizo en todos los casos una adaptación de la propuesta de Díaz Barriga, Romero y Heredia (2011), que se ilustra en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Entradas clave en un e-portafolio de aprendizaje*

Sección del e-portafolio	Elementos que incluye
Presentación del autor acerca de sí mismo.	Escritos autobiográficos, líneas de tiempo o de vida, imágenes, etc. que dan cuenta de la identidad como aprendiz y como profesional de la psicología en formación.
Tema, proyecto o asunto central del portafolio y evidencias .	En vínculo con el currículo y la profesión, exposición de motivos y aportación de evidencias en torno a los proyectos, producciones académicas y experiencias educativas más significativas en la licenciatura.
Mirada prospectiva o visión de futuro.	Identificación de logros y áreas de oportunidad, establecimiento de metas personales, profesionales y académicas a alcanzar y proceso para lograrlo; elementos que convergen en su plan de vida y carrera.
Entrada libre.	Elección libre del autor, donde plasmará aspectos y producciones creativas personales y colectivas, significativas para el mismo, que dan cuenta de la conformación de identidades diversas, así como de su participación en distintas comunidades de práctica.

Sección del e-portafolio	Elementos que incluye
Retroalimentación y comunicación.	Espacio para el diálogo, el intercambio o el debate respecto a lo que el autor aporta en su sitio web personal.

Puede afirmarse que cada portafolio terminó siendo una “pieza única”, como expresión del devenir, los motivos y experiencias de su autor, pero que al mismo tiempo hay unicidad en los proyectos en torno a las entradas mencionadas. Por lo general, se mostraron evidencias significativas en la forma de artefactos digitalizados que dan cuenta de sus producciones académicas y permiten valorar las capacidades y competencias que han logrado, así como las que no han podido aún consolidar. Intentaron aprovechar al máximo posible la potencialidad de los recursos multimedia (sonido, gráficos, video, hipertexto, demostraciones, entre otros). En su mayoría lograron una integración relevante de las herramientas sociales de internet para potenciar la interacción e intercambio con otros cibernautas, y algunos vincularon su e-portafolio con blogs, o redes sociales como *Facebook*.

Dieron un peso importante a la narración autobiográfica a través de texto escrito pero también mediante fotografías digitales, videos y producciones artísticas diversas. Sin embargo, ninguno de estos ítems se justificó de manera aislada y se les pidió que en todos los casos fueran objeto de reflexión respecto a su sentido y pertinencia. Se incluyeron espacios para describir los artefactos digitalizados más significativos, que constituyeron la evidencia de su trayecto académico y de su identidad personal y como profesional de la psicología en proceso de formación, por lo que se dio un peso importante a la inclusión de autorreflexiones. Se empleó una rúbrica de autoevaluación de su portafolio, la cual también fue utilizada por uno de sus pares en una actividad selectiva de co-evaluación.

### Metáfora del portafolio como espejo

En análisis de las metáforas contenidas en un portafolio recupera desde nuestra perspecti-

va las ideas de Jerome Bruner, quien habla sobre la importancia de promover en los estudiantes procesos de reflexión sobre su devenir como personas y como profesionales en formación, y al mismo tiempo plantea la relevancia que tiene el trabajo de la narración autobiográfica, que da cuenta de experiencias y significados personales como los que nuestros estudiantes integraron en sus portafolios:

El objetivo de la educación consiste en ayudarnos a encontrar nuestro camino dentro de nuestra cultura, a comprenderla en sus complejidades y contradicciones [...] No sólo de pan vive el hombre; ni sólo de matemáticas, ciencias y de las nuevas tecnologías de la información. La tarea central es crear un mundo que dé significado a nuestras vidas, a nuestros actos, a nuestras relaciones (Bruner, 1997:10).

Encontramos que la metáfora del portafolio como espejo es válida, en la medida en que el portafolio sea un reflejo de la trayectoria personal y académica, permitiendo mostrar los aprendizajes que se han generando en diferentes escenarios, particularmente aquellos que no son tomados en cuenta mediante los sistemas tradicionales, en los que predomina la evaluación de contenidos declarativos. A diferencia de otras formas de evaluación, mediante el portafolio electrónico fue posible recuperar las vivencias personales, escolares previas y universitarias que más han impactado en su formación profesional en el proceso de toma de decisiones que los ha llevado a elegir esta profesión y a dirigir la línea de formación que les interesa en torno a la misma. La reflexión de su trayecto de vida, de su capital cultural y familiar, aunado a la reflexión sobre sus propias habilidades e intereses, o sobre las personas más significativas en su devenir y formación, permitió ahondar

en la comprensión de sí mismos y valorar los alcances y límites en su propio crecimiento.

Como ilustración de lo anterior, en la Figura 1 se puede observar la sección del portafolio denominada “Experiencias significativas y desempeño como estudiante universitario” del e-portafolio de una estudiante de cuarto semestre.



Figura 1. Ejemplo del portafolio como espejo. En: <http://saraliho.wix.com/portafolio-electronico#>

Asimismo, en la Tabla 2 se recuperan algunas reflexiones de los estudiantes, que dan cuenta de las ventajas que otorgan al portafolio electrónico como un recurso de autoevaluación y hacen referencia a la metáfora de un espejo porque les permite ver su propio crecimiento a lo largo del tiempo e identificar los aprendizajes logrados en términos de su relevancia y trascendencia.

**Tabla 2**

*Metáfora del portafolio como espejo: Reflexiones de los estudiantes*

- Con el portafolio es posible recuperar los materiales que han sido significativos en la trayectoria escolar y que muestran los avances que hemos tenido en la carrera.
- Se pueden reconocer las habilidades que se han adquirido en la formación profesional.

- Se pueden socializar los resultados y logros obtenidos en la formación profesional.
- La construcción del portafolio electrónico permite ser consciente de nuestro proceso de aprendizaje.
- A través del e-portafolio se puede reflexionar acerca de la identidad profesional. Se reconoce que el aprendizaje no sólo ocurre dentro del salón de clase sino en los diferentes grupos sociales.
- La construcción de un e-portafolio aumenta el sentido de la identidad profesional y de pertenencia a una institución educativa.
- Permite reflexionar sobre las prácticas en escenarios reales e identificar los aprendizajes que se generan en ellas.
- Las evidencias que se incluyen en el portafolio representan los aprendizajes en los que generalmente existe una mayor motivación interna.
- En el portafolio se puede incluir una reflexión sobre lo que es más significativo y no sólo la versión final de los trabajos.

### Metáfora del portafolio como mapa

La metáfora del mapa es utilizada para comprender la dimensión educativa y formativa del portafolio electrónico en torno a los aprendizajes esperados en el currículo y en relación a una serie de estrategias y habilidades académicas y de autorregulación. Permite explicar cómo es que los estudiantes pueden desarrollar habilidades para delimitar o trazar una ruta en su trayectoria académica, para lograr que además de la reflexión sobre el aprendizaje alcanzado –cuya evidencia se documenta mediante una serie de artefactos– se establezca una secuencia ordenada de actividades que permitan alcanzar objetivos a nivel personal y profesional, en el corto y mediano plazo.

Podemos afirmar que el portafolio electrónico apoya en la promoción del pensamiento estratégico propuesto por Solé (1998), el cual consiste en la planificación de una serie de procedimientos con la finalidad de alcanzar los objetivos que el estudiante establece como parte de la visión de su futuro

personal y profesional. Por ello es que si el uso del portafolio se incorpora desde los primeros semestres en el nivel licenciatura y se enfatiza este componente, aumentan las probabilidades de que la reflexión realizada por los estudiantes sobre las producciones que seleccionaron como evidencias pueda modificar la situación evaluada, trascendiendo así el nivel de reflexión al plano de la acción y a la actividad propositiva futura.

A manera de ejemplo, en la Figura 2 se puede observar la sección del portafolio denominada “Mirada prospectiva o visión de futuro” en la que una estudiante incluye el plan de su trayectoria escolar en la licenciatura y una visión a futuro respecto a lo que quiere lograr en su formación como profesional de la psicología.



Figura 2. Ejemplo del portafolio como mapa. En: <http://lolitagirls16.wix.com/psychology#!>

La habilidad del estudiante para planear a partir de las producciones académicas obtenidas en una asignatura también forma parte de un modelo de evaluación que permite comprender lo que ocurre en su trayectoria, superando los modelos de evaluación que se limitan al aspecto sumativo y de control.

En la Tabla 3 se pueden observar algunas de las reflexiones de los estudiantes respecto a las ventajas que otorgan al portafolio electrónico como un recurso que fomenta la habilidad de planeación y que hacen referencia a la metáfora mapa.

**Tabla 3**

*Metáfora del portafolio como mapa: Reflexiones de los estudiantes*

<ul style="list-style-type: none"> <li>Permite que la selección de los trabajos forme una visión general, es decir, se logra la integración o articulación de las diferentes producciones académicas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>La reflexión sobre la selección de los trabajos permite reconocer los trabajos que más significativos en relación a su complejidad y relevancia para la formación.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>La selección de los trabajos está relacionada con los temas de interés o líneas de investigación.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Para la selección de los trabajos se considera no sólo el resultado final sino también el proceso y la experiencia de su realización.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>La selección de trabajos está asociado al tipo de participación, a la originalidad de las tareas, a la satisfacción personal y a la experiencia de trabajo colaborativo.</li> </ul>

Sobre la concepción de portafolio como mapa, consideramos importante recuperar la idea de Chen (2009) quien propone que los portafolios deben servir como instrumentos para explorar el aprendizaje de una persona a lo largo de la vida y en relación con experiencias significativas que ocurren en

distintos escenarios. Lo anterior implica un tránsito de un escenario local (el aula) hacia audiencias y contextos más amplios, pero sobre todo, dejar atrás la mirada tan restringida y sesgada con la que se están conceptualizando los e-portafolios, simplemente como colección de evidencias de trabajos escolares poco significativos.

**Metáfora del portafolio como soneto**

Los componentes clave de esta metáfora son la creatividad y la libertad para presentar la información en el portafolio, lo que le permite una forma de expresión estética y simbólica, que es también un referente de sí mismo.

Cada uno de los estudiantes definieron las cuestiones básicas del diseño de su sitio web personal: la combinación de colores, los recursos digitales a emplear, las imágenes, la composición y organización de información y la lógica de la edición final de cada una de las secciones propuestas en la estructura del portafolio. No se les impusieron criterios de diseño gráfico o artístico, se acordó que estos aspectos los definía el propio autor libremente y que deberían reflejar sus gustos y personalidad.

Consideramos que en este caso interviene no sólo el nivel de literacidad digital del estudiante, sino ante todo, la capacidad de innovación para utilizar recursos multimedia o formatos más interactivos. Esta posibilidad de expresión creativa, si bien puede estar acotada por los recursos mismos disponibles en el sitio web (*GoogleSites* o *Wix* en este caso) debe estar contemplada en la estructura psicopedagógica del e-portafolio, pues de lo contrario el concepto se reduce a la simple colección “adornada” de trabajos. Esta metáfora también nos indica que el portafolio puede ser un espacio para expresar la identidad de los estudiantes como miembros de una institución o bien para dar cuenta de su participación en otras comunidades de práctica, como reflejo de otras identidades significativas.

Como ejemplo, en la Figura 3 se puede observar una página del e-portafolio de una estudiante de noveno semestre en el que incluyó un espacio para compartir tres poemas de su autoría.



Figura 3. Ejemplo del portafolio como soneto. En: <http://www.wix.com/payola-417/payola#>

Es importante mencionar que el proceso de construcción del portafolio despierta la motivación de los estudiantes precisamente por la posibilidad de expresar su identidad, crear recursos digitales originales, publicar las producciones, acceder a su información en línea, dar a conocer sus capacidades y fortalecer o desarrollar sus habilidades en el uso de la tecnología.

En la Tabla 4 se pueden observar algunas de las ventajas que los estudiantes otorgan al portafolio electrónico como un recurso que fomenta la creatividad y que hacen referencia a la metáfora de un soneto.

Tabla 4

Metáfora del portafolio como soneto: Reflexiones de los estudiantes

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite presentar la información en un formato creativo y combinar recursos multimedia.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El portafolio permite reflejar mi identidad y mi forma de ser.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La dimensión social del portafolio electrónico requiere pensar en los detalles de su presentación visual.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene como objetivo compartir con otras personas lo que soy.</li> </ul>

## Conclusiones

El diseño tecnopedagógico previsto permitió a los estudiantes conformar un sitio web personalizado y original, en el que los artefactos incluidos constituyen evidencia de primera mano de las producciones académicas y experiencias formativas más significativas en las que han participado a lo largo de su trayecto en una licenciatura.

En los portafolios electrónicos la mayoría de los estudiantes lograron plasmar el crecimiento logrado como personas y como psicólogos en formación, pero también identificaron carencias y áreas de mejora. Sus reflexiones hacen evidente la agencia o papel activo que tienen los estudiantes a lo largo de su formación, así como a su comprensión

gradual de los procesos de adquisición del conocimiento propio de la disciplina psicológica. Por otro lado, dado el énfasis puesto en el modelo en los aspectos de la conformación de la identidad profesional y la importancia que reviste el ser estudiante de la UNAM, se arriba al reconocimiento de la influencia determinante de la cultura y del contexto social en el que se participa.

Es de resaltar que las experiencias formativas más significativas narradas por los estudiantes, acompañadas de evidencia de primera mano, se refieren a proyectos que realizaron en escenarios reales, ya sea en sus prácticas o en el servicio social. También eligieron como sus mejores trabajos aquellos que inciden en situaciones de solución de problemas, análisis de casos reales o simulados pero siempre vinculados a temas de la profesión o proyectos donde tenían que elaborar y aplicar el conocimiento en vínculo con situaciones reales propias del ejercicio profesional del psicólogo.

La experiencia de construcción del portafolio electrónico resultó significativa para casi todos los estudiantes y les permitió fortalecer o adquirir una serie de habilidades que abarcan aspectos de literacidad académica y digital, fomento de los procesos de reflexión y autoevaluación. También les ofreció la posibilidad de incursionar en el relato narrativo de sus experiencias en la universidad y de recapitular acerca de lo que han logrado construir en el campo de la disciplina y la profesión psicológica.

Cabe mencionar que se hizo una mención recurrente a la cantidad de tiempo invertido en el diseño de su e-portafolio, al importante esfuerzo que representa y lo complejo e inédito que resulta el proceso de reflexión sobre sí mismo, debido a que esta no es una práctica habitual en las instituciones educativas. En particular, la escritura autobiográfica, la narrativa personal y en general la reflexión sobre sus logros y limitaciones son cuestiones que pocas veces habían abordado en su escolaridad, desde los niveles básicos hasta la universidad. Los estudiantes

argumentaron que el diseño de un sitio web personal, con la posibilidad de incluir audio, video, multimedia, imágenes personales, etc. fue lo que generó la mayor motivación en la realización de este proyecto. Al mismo tiempo, fueron capaces de ser críticos con el trabajo realizado por ellos mismos y por sus compañeros, tal como se reflejó en la auto y co-evaluación mediante rúbricas.

Finalmente, aún cuando algunos estudios muestran que el autor del portafolio se considera a sí mismo como la audiencia primaria o bien a sus pares cercanos o a algunos familiares (Eynon, 2009), los e-portafolios requieren ser concebidos desde la perspectiva de roles y audiencias múltiples, y permitir procesos de comunicación y aprendizaje social distribuido. En esta dirección, consideramos que el componente de comunicación y retroalimentación, aunado a la reflexión personal, deberán fortalecerse en los proyectos educativos donde se considere el e-portafolio como un recurso educativo que potencia la agencia personal y el aprendizaje de los estudiantes universitarios. ☒

## Referencias

- Bronwyn, T. W.** (2007, March). I'm ready for my close-up now: Electronic portfolios and how we read identity. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*. 50 (6), 500-504.
- Bruner, J. S.** (1997). *La educación, puerta de la cultura*. Madrid: Visor.
- Chen, H.L.** (2009). "Using eportfolios to support lifelong and lifewide learning". En D. Cambridge, B. Cambridge y K. Yancey (Eds.). *Electronic portfolios 2.0. Emergent research on implementation and impact* (pp. 29-35). Sterling, Virginia: Stylus Publishing.
- Darling-Hammond, L., Ancess, J., y Falk, B.** (1995). *Authentic Assessment in Action. Studies of Schools and Students at Work*. Nueva York: Teachers College Press.
- Díaz Barriga, F.** (2006). *Enseñanza situada. Vínculo entre la escuela y la vida*. México: McGraw Hill.

Díaz Barriga, F., Romero, E. y Heredia, A. (2011). El portafolio electrónico como instrumento para la reflexión sobre el desarrollo profesional y la formación en estudiantes de posgrado. *Observar*, 5, 7-20. Barcelona: ODAS. Recuperado de <<http://www.odas.es/site/new.php?nid=36>> consultado el 1 de junio de 2012.

Eynon, B. (2009). Making connections. "The LaGuardia ePortfolio". En D. Cambridge, B. Cambridge y K. Yancey (Eds.). *Electronic portfolios 2.0. Emergent research on implementation and impact* (pp. 59-68). Sterling, Virginia: Stylus Publishing.

Gibson, D. y Barrett, H. (2003). Directions in electronic portfolio development. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 2(4), 559-576.

Goodson, F.T. (2007). The electronic portfolio: Shaping an emerging genre. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 50 (6), 432-434.

Herman, J. L., Aschbacher, P. R. y Winters, L. (1992). *A Practical Guide to Alternative Assessment*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.

Joyes, G., Gray, G. y Hartnell-Young, E. (2010). Effective practice with e-portfolios: How can the UK experience inform implementation? *Australasian Journal of Educational Technology*, 26 (1), 15-27.

Solé, I. (1998). "La evaluación psicopedagógica". En: *Orientación educativa e intervención psicopedagógica*. Barcelona: Horsori.

## Invitación a escribir

La revista *Educación y Tecnología* (EDyT) convoca a docentes, investigadores y otros profesionales de la educación que sean miembros activos de la Sociedad Mexicana de Cómputo Educativo, SOMECE, a publicar artículos, informes de investigación, experiencias pedagógicas, mejores prácticas y propuestas de innovación sobre temas relacionados con el uso de tecnologías en la educación.

La extensión de las colaboraciones será de 10 a 15 cuartillas, con tipo de letra *Times New Roman* de 12 puntos e interlineado de 1.5

Deberán indicar el título, el o los nombres de los autores (no más de tres por artículo), su correo electrónico, así como la institución a la que pertenecen.

Incluir semblanza académica y profesional del autor(es), resu-

men del trabajo no mayor a seis líneas y palabras clave (cinco en promedio).

La revista EDyT se publicará en formato digital, SOMECE no se hará responsable de las ideas y opiniones expresadas en los artículos. La responsabilidad plena será de los autores.

El consejo editorial valorará los trabajos y dará a conocer a los autores, el resultado del dictamen, los textos seleccionados serán publicados de acuerdo a la estructura temática de las ediciones.

Deseamos que Educación y Tecnología sea un espa-

cio abierto para sus miembros, por lo que también se podrán enviar noticias, recomendar sitios de interés así como sugerir y comentar bibliografía.

**Esperamos sus trabajos!!!**

[publicaciones@somece.org.mx](mailto:publicaciones@somece.org.mx)





## Resumen

El presente trabajo se muestra el desarrollo de un prototipo de Mouse que permite manipular la computadora sin necesidad de tener una superficie donde este se tenga que deslizar, el ratón mediante la tecnología Bluetooth y el reconocimiento de movimientos de las articulaciones de la mano con un acelerómetro se deslizará de esa manera, utilizando un microcontrolador para manejar los datos y una aplicación en Windows donde se realizaron diversas pruebas de su funcionamiento.



**Palabras Clave:** Mouse, Bluetooth, Acelerómetro, AVR.

## Introducción

Hoy por hoy surgen nuevas tecnologías con las cuales se pueden trabajar, por ejemplo las tecnologías inalámbricas se ha dado pauta a que éstas se coloquen como una de las opciones con mayor desarrollo en el mercado de tecnología, mismas que pueden ser llevadas al entorno de los salones de clase brindando muchas ventajas para el docente, tales como la eliminación de cables y facilidad de operación. El uso de *Bluetooth* proporciona una forma fácil para la comunicación entre dispositivos a alta velocidad y con un bajo consumo de energía.

El adaptador *USB-Bluetooth* (figura 1) amplía las ventajas de la comunicación inalámbrica, es la velocidad máxima de transmisión inalámbrica de la tecnología 802.11b es de 11 Mbps. Pero la velocidad típica es solo la mitad: entre 1,5 y 5 Mbps dependiendo de si se transmiten muchos archivos pequeños o unos pocos archivos grandes. La velocidad máxima de la tecnología 802.11g es de 54 Mbps. Pero la velocidad típica de esta última tecnología es solo unas 3 veces más rápida que la de 802.11b: entre 5 y 15 Mbps., otra de las ventajas que esta tecnología ofrece es la libertad de movimientos que es uno de los

beneficios más evidentes las redes inalámbricas. Una computadora o cualquier otro dispositivo (PDA, webcam, celulares, etc.) pueden situarse en cualquier punto dentro del área de cobertura de la red sin tener que depender de que si es posible o no hacer llegar un cable hasta este sitio. Ya no hay necesidad de la utilización de un cable para navegar en Internet, imprimir un documento o acceder a los recursos, Las redes inalámbricas no solo nos permiten estar conectados mientras nos desplazamos por una computadora portátil, sino que también nos permite colocar una computadora de sobremesa en cualquier lugar sin tener que hacer el más mínimo cambio de configuración de la red. A veces extender una red cableada no es una tarea fácil ni tampoco es considerado muy económico llevarlo acabo. En muchas ocasiones acabamos colocando peligrosos cables por el suelo para evitar tener que hacer la obra de poner enchufes de red más cercanos, con el riesgo de que algún usuario pueda tropezar. Con las redes inalámbricas se hace posible evitar todos estos problemas, otro problema que se evita es el espacio o la limitación de conector a red, permitiendo con las redes inalámbricas que puedan trabajar en distintas partes, en otra de las ventajas que se presentan es escalabilidad ya que esto da la facilidad de expandir la red después de su instalación inicial. Conectar una nueva computadora cuando se dispone de una red inalámbrica es algo tan sencillo como instalarle una tarjeta y listo. Con las redes cableadas esto mismo requiere instalar un nuevo cableado o lo que es peor, esperar hasta que el nuevo cableado quede instalado, hay muchas ventajas tanto físicas como de alcance que permiten que la red inalámbrica, así como el uso de las tecnologías puedan proporcionar mas dispositivos o aplicaciones para beneficio de la educación. Evidentemente la compatibilidad entre las tecnologías *USB* y *Bluetooth*. Actualmente, casi cualquier dispositivo puede enviar datos a un dispositivo vía *Bluetooth*, como fotografías, video, música y demás información, además mantener un vínculo de conectividad entre el dispositivo y la computadora, esto

se realiza mediante un puerto serial virtual (puerto COM); Este puerto serial virtual será lo que nos ayudara a crear la comunicación entre nuestro dispositivo y la computadora.



Figura 1. USB-Bluetooth

Puntos que se consideraron y se tomaron en cuenta para desarrollar el prototipo:

- Actualmente se necesita de una superficie para el uso de los *mouse*.
- Se propone un dispositivo que evite la necesidad de una superficie y pueda manipular el computador a distancia.
- La reducción de espacios de trabajo ha traído como consecuencia la necesidad de dispositivos libres de cables y mayor flexibilidad de manipulación.
- La tecnología *Bluetooth* tiene la ventaja de simplificar la conexión y configuración de los dispositivos, ya que éstos pueden indicar a otros los servicios que ofrecen. [1]
- Las especificaciones técnicas de *Bluetooth* definen un canal de comunicación de 721 Kbps como máximo con un radio de acción de 10 metros. La frecuencia de radio con la que trabaja está en el rango de 2,4 a 2,48 GHz, con la posibilidad de realizar hasta 1.600 saltos por segundo entre las 79 frecuencias soportadas en intervalos de 1 MHz. Estas características permiten operar a varios dispositivos bajo el mismo radio de acción sin interferencias de ningún tipo, además de brindar mayor seguridad y robustez. [2]

- Dado los protocolos de puertos seriales virtuales con los que se puede manipular el *Bluetooth* nos permite enviar los datos y trabajarlos de una manera sencilla en el computador
- El acelerómetro es una nueva tecnología que nos permitirá poder detectar los movimientos realizados que se convertirán en movimientos del cursor.[3]

### Metodología

El *Mouse* está constituido por tres módulos principales: adquisición y procesamiento de datos, transmisión inalámbrica, simulación *Mouse*, mismos que se describirán a continuación.

- Bloque de adquisición y procesamiento de datos está formado por un acelerómetro y un *AVR*, a través del cual se realiza la lectura de datos(aceleración) y su procesamiento en forma digital-
- El bloque de transmisión inalámbrica consiste en una comunicación *Bluetooth* de tipo serial mediante la cual se envían las lecturas por medio de *bytes*
- Bloque de simulación *mouse* consiste en obtener la información que se envía por el *Bluetooth* lo cual realizamos por medio de *C#* para su interpretación, para posteriormente realizar los movimientos tipo *Mouse* [4].

Diagrama de Módulos:



Figura 2. Módulos que componen a Mouse

## RESULTADOS

El prototipo terminado se muestra en la figura 5. Para poder constatar viabilidad de nuestro desarrollo como una alternativa a un verdadero *Mouse* se diseñaron 2 distintas pruebas mediante las cuales se intentó verificar que *Mouse* pudiera tener la precisión suficiente para detectar la selección de puntos que están muy cercanos unos de otros, así como para trazar líneas, obteniendo los resultados favorables a nuestras expectativas, es por ello que se considera que este prototipo puede ser de gran ayuda para el maestro en el aula de clases, este prototipo llega a cumplir el objetivo propuesto de ayudar al docente tanto en sistemas de *software*, así como de *hardware*, y si combinamos ambos sería un sistema híbrido, por tanto es importante recalcar la utilidad que con este prototipo se puede dar.

Ambas pruebas fueron programadas en lenguaje C# cuya pantalla principal se muestra en la figura 6, el cual en la pantalla se muestra un estado de transición, otro botón donde le permitirá al maestro detener la transición, otra de las opciones que se dan es de que el maestro pueda elegir la velocidad, se cuenta con otro botón donde mostrará las pantallas de las pruebas que se están realizando y por último se tiene la barra de progreso o movimientos de las lecturas del ADC, conjuntado todo esto va a permitir controlar todos los datos.

Se obtuvo el dispositivo tipo *mouse* que contiene un dispositivo *Bluetooth*, un AVR (*Advanced Virtual RISC*) y un Acelerómetro (un acelerómetro es un dispositivo que mide la aceleración y la fuerzas inducidas por las gravedad. Esto quiere decir con palabras simples, nos permite detectar el movimiento y el giro) mediante el cual se obtienen lecturas analógicas y se convierten a digitales para enviarlos a la computadora; También se obtuvo una aplicación para la computadora mediante la cual se reciben los datos digitales y

se convierten en movimientos que realizan las funciones de un *Mouse*. En la siguiente figura se muestra el circuito final obtenido.

En la figura 3 se muestra que el modulo de dispositivo va a censar los movimientos y enviarlo al modulo de vinculo, donde este conectara el dispositivo de manera inalámbrica a la computadora para enviarlo al modulo de sistemas quien se encargara de recibir los datos y lo interpretará los datos y enviara al modulo de vinculo para la transmisión de datos, posteriormente será enviado al modulo del dispositivo, una vez realizado todo este proceso el modulo de sistemas podrá activar el movimiento del cursor.

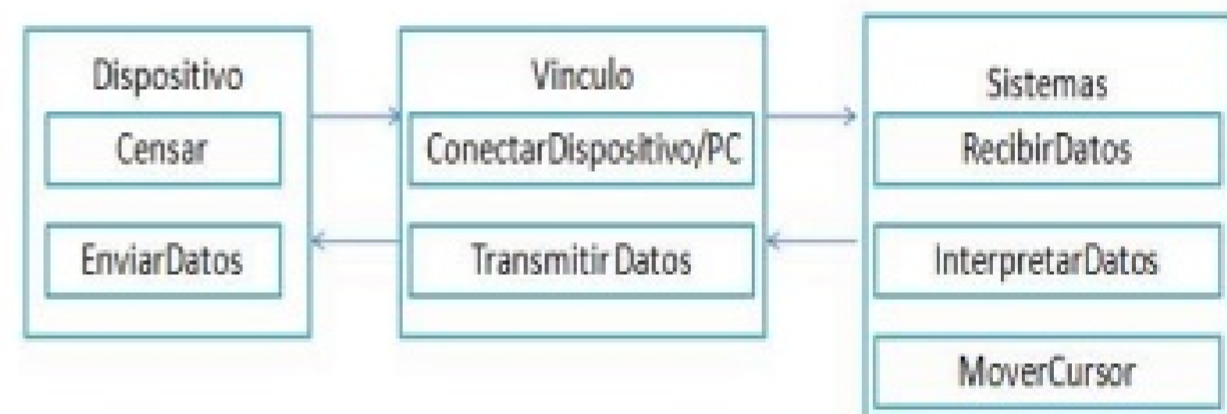
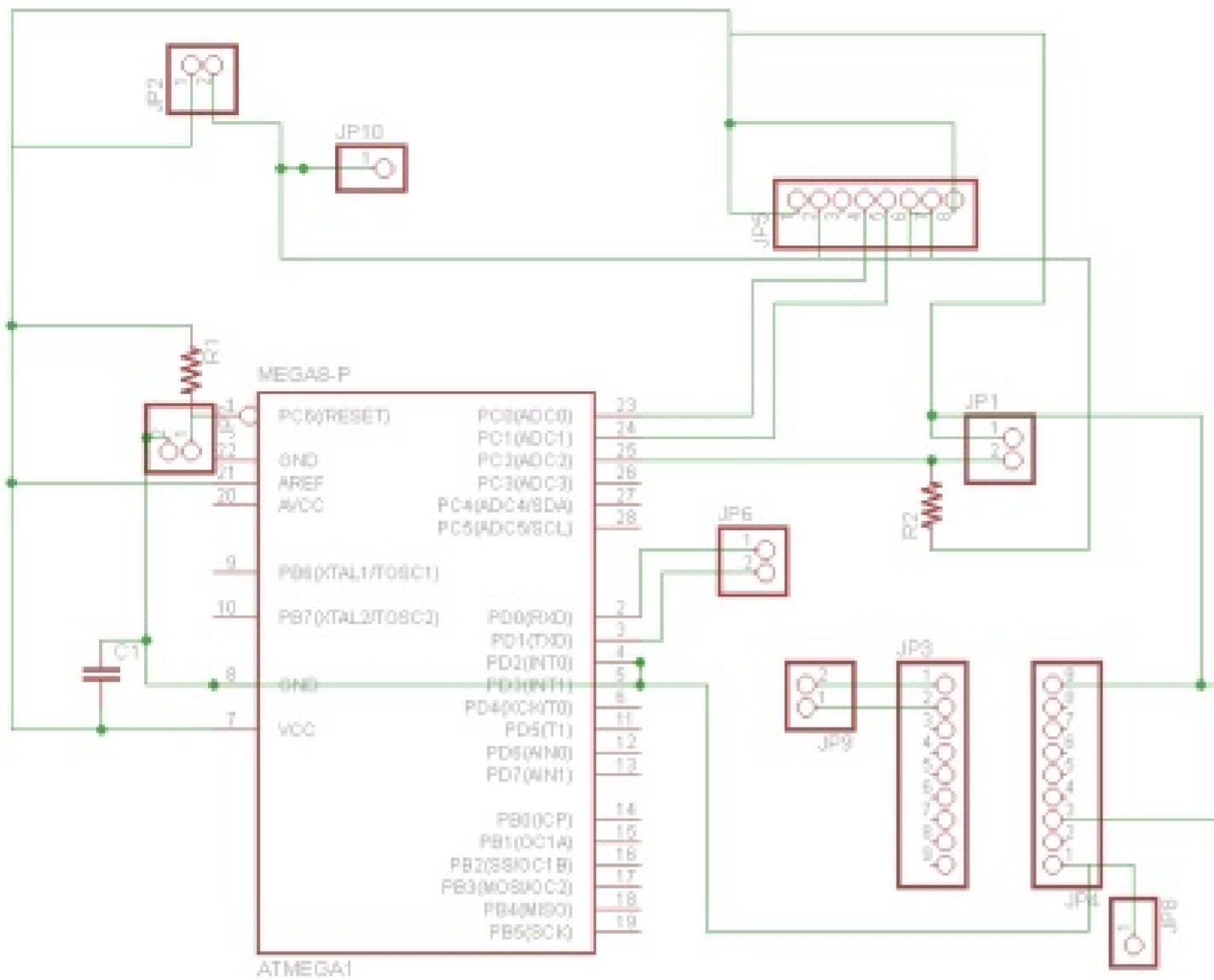


Figura 3. Diagrama Final del Mouse

Las pruebas realizadas dan la certeza de que el prototipo puede ser una seria opción no solo para su uso como *mouse* sino para proyecciones como podrían ser manipulación de brazos robóticos a larga distancia, simulaciones de movimiento, etc.

Figura 4. Producto (en la siguiente página)

En la figura 4 se muestra el microprocesador que se utilizó para el desarrollo de este prototipo, que es un ATMEGA 8, se elige porque tiene varias salidas pwm, la línea pic usa un pipelin que divide por 4 la frecuencia del cristal, la línea atmel es directa, el compilador es el *code warrior* que se programa en C y esto facilita el acoplamiento de los módulos dispositivo, vinculo y sistemas (figura 3), se puede usar un programador de pic, invirtiendo un par de cables se vuelve compatible para esos micros.



El acelerómetro que se utilizó es el MMA7260QT, por las características con el que cuenta, las cuales permite una sensibilidad opcional de 1.5g de 2g, de 4g y hasta 6g, el bajo consumo de corriente que este requiere que es de 500µA, modo de *sleep*, bajo voltaje de operación puede ser de 2.2v a 3.6v, bajo costo, rango de temperatura de -40 a 105°C y sus dimensiones de 0.5\*0.5\*0.2 cms.

Otra de las razones que se eligió el ATMEGA8 es por la necesidad de canales para estar mandando los comandos que estaba censando en dos ejes de coordenadas X y Y y aparte el flexómetro para simular el click del *mouse*, también se utilizó *Bluetooth* de clase 2 con 10 m. que permite el movimiento libre y considera una distancia razonable para que se pueda ver la que se está manipulando.

En el circuito (figura 4) se creó con los siguientes materiales: AVR ATMEGA8, acelerómetro MMA7260, *Bluetooth* WML-C40AH, *Flex Bend Sensor*, Resistencias 1\*10 KΩ y 2\*330Ω capacitor de 10 µF, 1 push Button y por último 1 led. (figura 4).

El modelo utilizado es el WML-C40AH cuyas características son: el manejo de versión 2.1., capacidad de UART (Transmisor-Receptor Asíncrono Universal) con la capacidad de manejar diferentes Baudios de transmisión, trabaja sobre la banda 2.4 Ghz, bajo consumo de energía (80mA TX –transmisor-, 40 mA RX –receptor- y 30 µA – Sleep Mode -), dimensiones con antena es de 2.48 cm por 1.38 cm por 0.18 cm y sin la antena es de 1.88 cm por 1.32 cm por 0.18 cm.



Figura 5. Imagen del prototipo



Figura 6. La pantalla del software (C#) con la que se inicia y se controlan los datos.

- **Aplicación 1. Raddio Buttons:** para probar la precisión del acelerómetro se desarrolló una aplicación que muestra una matriz de *radiobuttons* y cada que uno de ellos sea seleccionado se desplegará una caja de diálogo mostrando las coordenadas del *radiobutton* que fue seleccionado (Figura 7).



Figura 7. Pantalla Prueba 1

- **Aplicación 2. Un panel de dibujo:** En esta prueba se desarrolló una aplicación para el trazado de líneas y polígonos mediante el cursor del ratón. Dependiendo de la precisión del mismo es que se podrán trazar líneas y polígonos de distintos tamaños, así como seleccionar un color para cada una de éstas (Figura 8).



Figura 8. Pantalla Prueba 2

También fueron desarrolladas algunas otras pruebas, mismas que fueron grabadas en video y pueden ser consultadas en [5], [6] para tener una mayor información acerca de las mismas.

## Discusión

### Interpretar los resultados

Use cualquiera de los dos sistemas de unidades SI (MKS) o CGS para las unidades primarias. (Use de preferencia el sistema de unidades SI). Unidades Inglesas pueden ser usadas como unidades secundarias (en paréntesis) en los artículos de almacenaje de datos. Por ejemplo, escriba "15 Gb/cm<sup>2</sup> (100 Gb/in<sup>2</sup>).". Una excepción es cuando las unidades Inglesas son usadas como unidades de comercio, como "disco de 3.5 pulgadas".

Evite combinar las unidades SI y CGS, como por ejemplo, expresar la corriente en amperes y el campo magnético en oersteds. Frecuentemente esto conduce a las confusiones porque las ecuaciones no se balancean dimensionalmente. Si usted debe mezclar las unidades, especifique claramente las unidades para cada cantidad que usa en una ecuación

## Conclusiones

- La información que se obtenemos por medio del ADC del AVR el cual facilitó el movimiento del prototipo.
- La sensibilidad del acelerómetro fue suficiente para poder realizar los movimientos a simular sin ninguna complicación.
- Las API's incluidas por C# permitieron poder recibir los datos sencillamente y poder simular los *click's* sin problema.
- Se comprobó la tecnología *Bluetooth* y se demostró que es una opción confiable y segura de enviar los datos en un rango corto.
- La portabilidad que ofrecen los dispositivos modernos ayudan en los procesos de la vida diaria en el aula de clases para el maestro, porque es mayor la comodidad de que estas se empleen.

- Se puede llegar a proponer aplicaciones seriales.
- Se puede en un futuro realizar las manipulaciones de robots. ☒

## Agradecimientos

Queremos brindar un agradecimiento a la Escuela Superior de Cómputo y a COFAA por las facilidades otorgadas durante la realización de este proyecto.

## Referencias

- [1]D. J. Beebe, "Signal conversion (Book style with paper title and editor)," in *Biomedical Digital Signal Processing*, W. J. Tompkins, Ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1993, ch. 3, pp. 61–74.
- [2]Información General sobre Bluetooth. Disponible en <http://spanish.Bluetooth.com/Bluetooth/Default.htm>. Conectado el 22 de septiembre de 2009.
- [3]N. J. Muller, *Tecnología Bluetooth*. Primera Edición., Editorial McGraw-Hill, 2002.
- [4]G. White, *Introducción al análisis de Vibraciones.*, Editorial Azima DLI, 2010, Pagina 148.
- [5].NET Communication Library. Disponible en <http://rbytes.net/software/.net-communication-library-review/>. Conectado el 10 de febrero de 2010.
- [6]TT 2009-0146, ESCOM, IPN.
- [7]Vídeo de Las pruebas realizadas. Disponible en <http://www.huginhoblog.blogspot.com>. Conectado el 10 de junio de 2010.
- [8]<http://www.monografias.com/trabajos43/redes-inalambricas/redes-inalambricas2.shtml>



# Revisores de contenido

¿Le interesa formar parte del grupo honorario de revisores que apoyarán al Consejo Editorial en el dictamen de los trabajos que serán publicados en la revista digital de SOMECE?

## Datos de identificación

Nombre:

Apellido paterno:

Apellido materno:

Nivel académico:

Correo electrónico personal:

Número telefónico móvil:

Área:

Disciplina:

Especialidad:

Nivel SNI:

## Institución a la que pertenece

Institución:

Sector:

Organización:

País:

Calle:

Número:

Colonia:

Estado:

Ciudad:

Delegación/ Municipio:

Código Postal:

Correo electrónico institucional:

Teléfono institucional con clave lada:

## Resumen curricular

Indique los títulos de las cinco últimas publicaciones realizadas, incluya año.

1.

2.

3.

4.

5.

Indique la línea de investigación en la que actualmente trabaja:

Anote el título de los últimos proyectos de investigación que ha dirigido (máximo 254 caracteres). Mínimo tres y máximo cinco.

1.

2.

3.

4.

5.

## Información adicional que considere relevante

En breve le daremos a conocer si fue aceptado. En caso afirmativo, con base en su currículum y las temáticas de los trabajos que se reciban, se le pedirá que realice la dictaminación correspondiente.

Agradecemos su interés.

**ENVIAR CORREO A: [publicaciones@somece.org.mx](mailto:publicaciones@somece.org.mx)**

# Uso de software libre (*Windows QSB*) para enseñar Programación Lineal a alumnos de Ciencias Sociales.

---

**Vicente Ángel Ramírez Barrera | Ana Elena Narro Ramírez**

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco

**Ángel Eduardo Ramírez Nieves**

Universidad Tecnológica del Valle de Toluca



## Resumen

La mayoría de los discentes que ingresan a estudiar una carrera en Ciencias Sociales de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco (UAM-X) tienen una actitud negativa hacia las matemáticas; sin embargo, ahora en el mundo y, por ende, en México se cuenta con herramientas muy poderosas, como son las computadoras y una gran variedad de software para resolver problemas de matemáticas. Ante esta oportunidad se ha procedido a cambiar la postura de la enseñanza de la aplicación de los temas de matemáticas en alumnos que cursan alguna carrera de Ciencias Sociales. En este trabajo se expone el resultado de esta nueva experiencia en la enseñanza de la utilización del modelo matemático de Programación Lineal (PL). El método de enseñanza modificado se ha experimentado con estudiantes de las carreras de Administración, Economía y Política y Gestión de la División de Ciencias Sociales y Humanidades de la UAM-X, turno matutino. Los resultados son muy alentadores al presentar los estudiantes mejor disposición para asimilar el tema cuando aplican este modelo en situaciones reales con las herramientas arriba mencionadas y se les omite la parte de la manipulación aritmética y algebraica del método simplex.

**Palabras clave:** Administración, enseñanza, matemática, modelo, programación lineal.

## Introducción

A los estudiantes de las Licenciaturas en Administración, Economía y Política y Gestión Social de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco (UAM-X) generalmente se les dificulta la construcción de modelos matemáticos, su solución y, sobre todo, su utilización para resolver problemas en clase. Para muchos de ellos, el construir un modelo matemático es “un acto de magia negra que sólo debe ser practicado por matemáticos” (Eppen et al., 2003; p. 3); sin embargo, el aprender a elaborar y manejar modelos matemáticos les será de gran utilidad en su vida profesional.

Dentro del currículo de estas licenciaturas, la enseñanza de diferentes temas de matemáticas aparecen, sino en todos los módulos sí en la mayoría; en específico, el propósito de este trabajo es mostrar cómo los estudiantes de Ciencias Sociales pueden construir el modelo matemático de Programación Lineal (MMPL) y lo resolverlo mediante software libre (denominado *Windows QSB*).

La PL es una de las herramientas más utilizada de la Administración Científica, más

conocida como Investigación de Operaciones (IO), en el mundo real, por tanto, el esfuerzo está dirigido a presentar cómo formular modelos matemáticos de PL y encontrar la solución óptima del mismo de una manera más “amigable” para los alumnos de Ciencias Sociales, aprovechando el desarrollo tecnológico de las computadoras y la disponibilidad de programas especializados de IO que, además, están disponibles sin costo alguno en Internet.

También, se ha logrado que los alumnos utilicen el MMPL en situaciones particulares reales que les ayuden a sustentar decisiones administrativas o de otro tipo; pero para ello, necesitan primero aprender a construir modelos matemáticos lineales y, en segundo lugar, saber cómo resolverlos. Esto se dificulta, entre otras cosas por el pobre manejo que tienen los estudiantes de estas carreras de las Ciencias Sociales del lenguaje algebraico y, por ende, su deficiente traducción de problemas reales a expresiones del lenguaje español para, posteriormente, traducirlas en el lenguaje matemático.

## Problemática detectada en los estudiantes de Ciencias Sociales

La mayoría de los estudiantes que ingresan en el área de Ciencias Sociales, por lo menos en la UAM-X, han aprendido deficientemente el lenguaje algebraico, o lo han olvidado, o bien han perdido habilidad para aplicarlo, por lo que el tener que construir modelos matemáticos, aunque sean lineales, que son el caso más sencillo, los angustia y como consecuencia no pueden aprender a hacerlo y, lo que es más grave, se resisten a intentarlo. Además, a la mayoría de estos estudiantes de Ciencias Sociales los libros de matemáticas, los intimidan y sus notas de clase están tan mal tomadas que no les resultan útiles para estudiar, ya que no les entienden porque no las escriben adecuadamente y las defienden bizarramente porque según ellos así las entienden mejor. Pero la verdad es que su punto de vista generalmente está sesgado o completamente equivocado porque no saben escribir el lenguaje matemático y esto es el

principal obstáculo para entender los temas de matemáticas. Ante esta barrera se ha procedido a modificar la forma de enseñar PL: primero, en el salón de clase con materiales didácticos y apoyo computacional, teniendo en cuenta los diferentes estilos de aprendizaje (Pierdant et al; 2009), y segundo, fuera de la universidad con experiencias vividas por los mismos discentes.

## Objetivos

Los propósitos que se persiguen con la presentación de este trabajo son:

1. Mostrar cómo enseñar a construir el modelo matemático de PL.
2. Exponer cómo aplicar el modelo matemático de PL en situaciones reales.
3. Manifestar con ejemplos como se ha coadyuvado a los estudiantes de las carreras de Administración, Economía y Política y Gestión Social a asimilar el aprendizaje de las matemáticas mediante la experimentación, utilizando la computadora y un software libre de IO que está disponible en Internet.

## Marco teórico

La PL se ha revelado como uno de los avances científicos más importantes del Siglo XX; su aplicación en todos los sectores de la sociedad ha permitido que se optimicen todo tipo de recursos y este éxito se debe, indudablemente, al avance en el desarrollo de las computadoras. Estas actualmente poseen una gran memoria y pueden realizar gran cantidad de cálculos en muy poco tiempo por la disponibilidad de programas de cómputo muy eficientes<sup>1</sup>.

Bazaraa, Jarvis y Sherali (2007; p. 1) señalan que la PL estudia la optimización (minimización o maximización) de una función lineal que satisface un conjunto de restricciones lineales de igualdad y/o desigualdad; así mismo describen que el problema de Programación Lineal (PPL) fue concebido por primera vez por George B. Dantzig en 1947, cuando trabajaba como consejero matemático de los controlado-

res de la Fuerza Aérea de Estados Unidos en el desarrollo de un mecanismo de planificación mecanizado para un programa temporal de despliegue, entrenamiento y abastecimiento logístico. Aunque el matemático y economista soviético L. V. Kantorovich planteó y resolvió un problema de este tipo relacionado con organización y planificación en 1939, su trabajo permaneció sin conocerse hasta 1959. Es por ello que la concepción de la clase general de PL suele atribuirse a Dantzig. Debido a que la fuerza Aérea denomina "programas" a sus diversos planes y proyectos a implementar, en su primer artículo publicado, Dantzig se refiere a este problema como "programación en una estructura lineal". En realidad, el término PL fue acuñado por el economista y matemático T. C. Koopmans en el verano de 1948, mientras él y Dantzig paseaban cerca de la playa Santa Mónica en California... En 1949, George B. Dantzig publicó el "método simplex" para resolver programas lineales. A partir de entonces, muchas personas han contribuido al campo de la PL de varias formas, incluyendo desarrollo teórico, aspectos computacionales e investigación de nuevas aplicaciones del tema. El método simplex de PL es ampliamente aceptado debido a (1) su capacidad para modelar problemas importantes y complejos de decisiones administrativas y (2) por su capacidad para producir soluciones en un lapso razonable.

Así, la PL es una técnica matemática diseñada para optimizar la utilización de recursos que están limitados para ser utilizados por alguna persona, organización o institución en particular<sup>2</sup> y su objetivo es el de resolver problemas donde se requiere maximizar o minimizar alguna función objetivo lineal sujeta a una o más restricciones lineales<sup>3</sup>. Esto mismo lo expresa G. Hadley (1962; p. 4) de la siguiente manera: Dado un conjunto de  $m$  desigualdades o ecuaciones en  $r$  variables, deseamos encontrar valores no negativos de aquellas variables que satisfarán las restricciones y maximizarán o minimizarán

**Para muchos de ellos, el construir un modelo matemático es "un acto de magia negra que sólo debe ser practicado por matemáticos"**

- 1 Hillier, F. S. & Lieberman, G. J.; Investigación de operaciones; McGraw Hill Interamericana Editores SA de CV; México, 2001. P. 24
- 2 Taha, H. A.; Investigación de operaciones. Una introducción; Ed. Prentice Hall Hispanoamericana, SA; México, 1997. P. 11
- 3 Richmond, S. B.; Operations Research for Management Decisions; Ed. The Ronsld Press Co.; USA, 1968. P. 314

alguna función lineal de las variables<sup>4</sup>. Por lo tanto, la PL es una estructura matemática, que involucra suposiciones matemáticas particulares<sup>5</sup>, que puede resolver problemas que surgen en el mundo real dentro del ámbito de todo tipo de organizaciones. La PL ha encontrado numerosas aplicaciones en el ejército, el gobierno, la industria y la inteligencia urbana (Bazaraa et al, 2007; p. 41).

La PL utiliza el método simplex para resolver problemas de este tipo y la primera aplicación importante de este método ocurrió poco después del verano de 1947, cuando J. Laderman resolvió, en la National Bureau of Standards, un programa lineal de planeación de una dieta con nueve restricciones de igualdad en 27 variables no negativas. Usando calculadoras de escritorio para resolver este problema, se requirieron 120 días-hombre y cuando, con dificultad, las hojas de datos fueron unidas entre sí, semejaban un "mantel". Actualmente, usando computadoras modernas y una implementación sofisticada del método simplex, es fácil resolver programas lineales con más de 5000 restricciones y 10000 variables (Bazaraa et al, 2007; p. 95). A través de los años, se han desarrollado variantes del método simplex y creado nuevos algoritmos, pero este continúa siendo un medio viable para resolver problemas de PL.

A continuación se muestra el MMPL:

$$(Max \text{ ó } Min) \text{ } U = t_1 y_1 + t_2 y_2 + \dots + t_n y_n$$

Sujeto a

$$r_{11} y_1 + r_{12} y_2 + \dots + r_{1n} y_n (\leq, =, \geq) s_1$$

$$r_{21} y_1 + r_{22} y_2 + \dots + r_{2n} y_n (\leq, =, \geq) s_2$$

⋮

$$r_{m1} y_1 + r_{m2} y_2 + \dots + r_{mn} y_n (\leq, =, \geq) s_m$$

$$y_1 \geq 0; y_2 \geq 0; \dots; y_n \geq 0$$

Las cuatro suposiciones en que se basa el MMPL son:

1. *Proporcionalidad*. La contribución a la función objetivo por cada variable de decisión, es proporcional al valor de la misma. De manera similar, la contribución

de cada variable de decisión al primer miembro de cada restricción es proporcional al valor de la variable de decisión.

2. *Aditividad*. La contribución a la función objetivo por cualquier variable de decisión es independiente de los otros valores de las otras variables de decisión. Así mismo, la contribución de una variable de decisión al miembro del lado izquierdo de cada restricción es independiente de los otros valores de las otras variables de decisión.
3. *Divisibilidad*. Todas las variables de decisión pueden asumir valores fraccionarios.
4. *Certeza*. Se requiere que los coeficientes de la función objetivo, los coeficientes tecnológicos y los valores del lado derecho de todas las restricciones se conozcan con certeza.

El MMPL comprende tres conjuntos de elementos:

1. *Variables y parámetros de decisión*. Las variables de decisión son las incógnitas o decisiones que deben determinarse resolviendo el modelo y se representan como  $y_i$ . Los parámetros son los valores conocidos que relacionan las variables de decisión con las restricciones y la función objetivo, que se escriben como  $t_j$ ,  $r_{ij}$  y  $s_i$ .
2. *Restricciones*. Para tener en cuenta las limitaciones tecnológicas, económicas y otras del sistema, el modelo debe incluir restricciones (implícitas o explícitas) que delimiten las variables de decisión a un rango de valores factibles. Por ejemplo, la restricción m-ésima;
 
$$r_{m1} y_1 + r_{m2} y_2 + \dots + r_{mn} y_n (\leq, =, \geq) s_m$$
3. *Función objetivo*. Define la medida de efectividad del sistema como una función matemática lineal de las variables de decisión. Una decisión óptima del modelo se obtiene cuando los valores de las variables de decisión producen el mejor valor de la función objetivo, sujeta a las

4 Hadley, G.; Linear Programming; Ed. Addison Wesley Publishing, Co.; USA, 1962. P. 4

5 Daellenbach, H. G., George, J. A. & McNickle, D. C.; Introduction to Operations Research Techniques; Ed. Allyn & Bacon, Inc.; USA, 1983. P. 34

restricciones establecidas. Esto es, el modelo matemático puede expresarse como el problema de elegir los valores de las variables de decisión de manera que se optimice la función objetivo, sujeta a las restricciones dadas. Esto es,

$$(Max \text{ ó } Min) U = t_1y_1 + t_2y_2 + \dots + t_ny_n$$

La solución del problema consiste en determinar la combinación óptima de los valores de las variables de decisión para seleccionar la mejor alternativa. Es decir, ya que la función objetivo  $U$  es la medida de desempeño del MMPL, esta alcanza su valor óptimo en un conjunto determinado de valores de las variables de decisión, que a la vez deben satisfacer todas las restricciones y limitaciones impuestas a la situación de decisión. Tanto la función objetivo como las restricciones se expresan en forma de ecuaciones o desigualdades de primer grado. Las restricciones de no negatividad son resultado obvio de que no se pueden obtener por ejemplo un número negativo de productos o de servicios aunque si puede haber recursos ociosos.

La primera fase para resolver una situación de decisión como la que se examina en este trabajo es la definición del problema y la recolección de datos relevantes inherentes al mismo; a esta fase le sigue la construcción de un modelo matemático para representar la operación del sistema que se estudia. En esta segunda fase se reformula el problema de una manera conveniente para su análisis y, en consecuencia, la construcción de un modelo matemático que lo represente en su esencia y pueda aplicarse (principalmente utilizando paquetería especializada en una computadora) para encontrar su mejor solución. La construcción de un modelo ayuda a colocar los aspectos complejos e inciertos de un problema de decisión en una estructura lógica que es adecuada para el análisis formal. Este modelo especifica las alternativas de la decisión y sus repercusiones anticipadas para todos los eventos posibles que puedan ocurrir, indica los datos importantes para analizar las alternativas y conduce a conclusiones gerenciales que informan y tienen sentido.

El proceso para construir modelos matemáticos determinísticos (como lo es el MMPL) es el siguiente:

**Paso 1. Identificación de las variables de decisión.** El primer paso es identificar las variables de decisión, cuyos valores, al ser determinados, proporcionan la solución al problema. La descripción de estas variables debe ser precisa, incluyendo las unidades asociadas a ellas. Mathur y Solow (1966, p.12) recomiendan que se hagan las siguientes preguntas para definir las variables de decisión: *¿Qué elementos afectan los costos y/o ganancias? ¿Qué elementos puede elegir y/o controlar libremente? ¿Qué decisiones tiene que tomar? ¿Qué valores constituyen una solución para el problema?*

**Paso 2. Identificación de los datos del problema.** El propósito del estudio es proporcionar los valores reales de las variables de decisión que optimicen la solución del problema, por lo tanto se requiere tener información veraz para determinar tales valores. Generalmente los datos se obtienen una vez que se ha especificado el problema.

**Paso 3. Identificación de la función objetivo.** Para expresar el objetivo global del estudio en forma matemática se utilizan los símbolos establecidos en la definición de las variables de decisión y los datos numéricos dados en el paso anterior. Mathur y Solow (1966, p.15) sugieren que para la creación de la función objetivo se sigan estas tres etapas: 1) Enunciar el objetivo de manera verbal y escrita; 2) Descomponer el objetivo en una suma o resta de términos, y; 3) Expresar los términos en forma matemática usando los símbolos de las variables de decisión y los datos numéricos inherentes al problema.

**Paso 4. Identificación de las restricciones.** Las restricciones que impone el mundo real es necesario expresarlas en términos matemáticos. Las restricciones son condiciones que impone la realidad sobre las variables de decisión, es decir, estas deben satisfacer ciertas limitaciones para encontrar una solución aceptable al problema. Los tipos comunes de restricciones son: a) limitaciones físicas,

b) restricciones establecidas por la administración, contratos establecidos o convenios contraídos, c) relaciones implicadas entre las variables de decisión, y d) relaciones lógicas sobre las variables de decisión individuales. Mathur y Solow (1966, p.16) indican que lograr esto se haga lo siguiente: 1) expresar las restricciones en forma verbal, y 2) descomponer las restricciones en una suma o diferencia de términos, para posteriormente expresarlas en forma matemática.

**Paso 5. Formulación matemática del problema o MMPL, y.**

**Paso 6. Utilización del método simplex mediante paquetería especializada WinQSB.**

### Aplicación y resultados

**Caso 1. Problema de minimización.**

**Problemática detectada: sobrepeso y obesidad.**

Actualmente México ocupa el segundo lugar de prevalencia mundial de obesidad, después de los Estados Unidos de América<sup>6</sup>. Esta alta prevalencia de sobrepeso y obesidad representa un problema de salud pública prioritario que exige la puesta en marcha de una política nacional que reconozca el origen multifactorial del problema. La epidemia implica costos significativos para el sistema de salud pública, para la sustentabilidad del régimen de pensiones y para la estabilidad económica y social de la población, especialmente de los sectores más pobres. De esta forma, se hace necesario minimizar los costos, sino de todos, sí de algunos alimentos que se deben incluir en la dieta diaria de los mexicanos, según nutriólogos del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición, con la finalidad de cumplir con los requerimientos mínimos nutricionales, y así llevar una vida sana.

El problema de la obesidad en México es un problema muy complejo, el cual involucra factores culturales, psicosociales y, en algunos casos, biológicos. Por esta razón, la Secretaría de Salud, han recomendado que, para tratar de combatir este problema, se empieza

por cuidar la dieta de los niños de nuestro país. Ante esta situación, los nutriólogos del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición han decidido contribuir con dicha dependencia, proporcionando en las dietas infantiles tres tipos de alimentos que deben ser fundamentales en su nutrición: frutas frescas, legumbres y verduras. A continuación se presenta una tabla con el contenido nutricional de estos tres alimentos:

**Cuadro 1. Contenido nutricional de los tres principales alimentos que debe consumir un niño por ración**

Alimento	Proteína (g)	Hierro mg. Fe	Tiamina (mg)	Niacina (mg)
Frutas frescas	2	1	1	1
Legumbres	1	3	1	2
Verduras	1	1	3	1

Fuente. Elaboración propia.

Los nutriólogos consideran que las frutas frescas, las legumbres y las verduras deben proporcionar diariamente al menos 12 gramos de proteína, 9 unidades de hierro, 15 de tiamina y 10 de niacina. Las frutas frescas tienen un costo promedio de 8 pesos la porción, las legumbres tienen un costo promedio de 7 pesos la porción y las verduras en promedio cuesta 5 pesos la porción. Para cumplir con estos requerimientos a un costo mínimo se ha solicitado la creación de un modelo matemático de Programación Lineal. El procedimiento ha sido el siguiente

**Paso uno. Identificación de las variables de decisión.**

X1 = Cantidad de porciones de frutas frescas.

X2 = Cantidad de porciones de legumbres.

X3 = Cantidad de porciones de verduras.

**Paso dos. Identificación de los datos del problema**

6 Rodríguez Ruth, OCDE: México supera a EU en obesidad, El universal [en línea], <http://www.eluniversal.com.mx/primer/35586.html>

**Cuadro 2. Datos del contenido nutricional de los principales alimentos que se deben incluir en la dieta de los niños (por ración).**

Alimento	Proteína (g)	Hierro mg. Fe	Tiamina (mg)	Niacina (mg)	Costo (\$)
Frutas frescas	2	1	1	1	8
legumbres	1	3	1	2	7
Verduras	1	1	3	1	5
Requerimientos	12	9	15	19	

Fuente: Elaboración propia.

Paso tres. Identificación de la función objetivo

$$\text{Min } \$C = \$8X_1 + \$7X_2 + \$5X_3$$

Paso cuatro. Identificación de las restricciones

*Restricción de la Proteína (Vitamina B2)*

$$2g/p \ X_1 \ p + 1g/p \ X_2 \ p + 1g/p \ X_3 \ p \geq 12g$$

*Restricción del Hierro (He)*

$$1mg/p \ X_1 \ p + 3mg/p \ X_2 \ p + 1mg/p \ X_3 \ p \geq 9 \text{ mg}$$

*Restricción de tiamina (vitamina B1)*

$$1mg/p \ X_1 \ p + 1mg/p \ X_2 \ p + 3mg/p \ X_3 \ p \geq 15 \text{ mg}$$

*Restricción de Niacina (vitamina B3)*

$$1mg/p \ X_1 \ p + 2mg/p \ X_2 \ p + 1mg/p \ X_3 \ p \geq 19 \text{ mg}$$

*Restricciones de no negatividad*

$$X_1, X_2, X_3 \geq 0$$

Paso cinco. Formulación matemática del problema sobre los costos de cada alimento.

$$\text{Min } C = 8X_1 + 7X_2 + 5X_3$$

$$\text{S. a } 2X_1 + X_2 + X_3 \geq 12$$

$$X_1 + 3X_2 + X_3 \geq 9$$

$$X_1 + X_2 + 3X_3 \geq 15$$

$$X_1 + 2X_2 + X_3 \geq 19$$

$$X_1, X_2, X_3 \geq 0$$

Paso 6. Solución del problema mediante el paquete WinQSB

Variable -->	X1	X2	X3	Direction	R. H. S.
Minimize	8	7	5		
C1	2	1	1	>=	12
C2	1	3	1	>=	9
C3	1	1	3	>=	15
C4	1	2	1	>=	19
LowerBound	0	0	0		
UpperBound	M	M	M		
VariableType	Continuous	Continuous	Continuous		

07:06:17		Saturday	June	30	2012			
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)	
1	X1	3.5714	8.0000	28.5714	0	basic	3.0000	8.0000
2	X2	1.5714	7.0000	11.0000	0	basic	4.2000	7.0000
3	X3	3.2857	5.0000	16.4286	0	basic	5.0000	19.0000
Objective Function		(Min.) =	56.0000	(Note: Alternate Solution Exists!!)				
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS	
1	C1	>=	12.0000	0	3.0000	7.0000	17.5000	
2	C2	>=	9.0000	2.5714	0	-M	11.5714	
3	C3	>=	15.0000	0	0	7.3333	26.0000	
4	C4	>=	19.0000	0	2.0000	8.5000	22.5000	

## Caso 2. Problema de maximización

### Introducción

En 2009, fue creada la microempresa Fresk-che Raspados por la Srta. Karla Casandra Lara Barragán, la empresa fue resultado de un proyecto empresarial que llevó a cabo en una asignatura llamada Cultura Empresarial en la Escuela Preparatoria de Texcoco, de la cual egreso. La microempresa se estableció al interior de la “Plaza Dorada” ubicada en el centro de Texcoco, hasta el momento cuenta con dos empleados y la dueña de la microempresa (Karla Lara), quien se encarga de elaborar los jarabes para los raspados y de proveer a la microempresa de todo el material necesario para la elaboración de los raspados.

La dueña de la empresa se ausentará de esta durante una semana, pero antes de irse, tiene la intención de dejar los materiales suficientes para que los empleados puedan elaborar el producto sin ninguna complicación. Para estos días que la dueña se ausentará, es importante que las ganancias aumenten, ya que presentará su examen de acreditación del idioma inglés para obtener la certificación y el costo del examen no lo podrá pagar, a menos de que cuente con un recurso monetario extra. Con ayuda de la técnica del Modelo Matemático de Programación Lineal, la Srta. Karla Lara, pretende saber de qué forma maximizar sus ganancias.

Los raspados que se venden en Fresk-che, son famosos por la amplia variedad de sabores que ofrece para prepararlos y por su sabor; los sabores de las mieles<sup>7</sup> con que se preparan los raspados, varían desde los más tradicionales: tamarindo, grosella, rompopo, etc., hasta sabores poco comunes como maracuyá, cajeta, pistache, etc. Las mieles para los raspados son clasificadas en tres tipos; de acuerdo al ingrediente principal con que se preparan: de fruta, de leche y de grano. La señorita Karla Lara, ofrece dos tamaños de raspados para vender: el chico (vaso de 228mililitros) y el grande (vaso de 355mililitros). Y los precios de venta al público están dados en función del tamaño de raspado y el

tipo de miel con que se prepara; así, todos los raspados preparados con miel de fruta tienen un precio de venta de \$15.00 el tamaño chico y \$20.00 el tamaño grande; los raspados preparados con miel a base de leche se venden a \$17.00 el tamaño chico y \$22.00 el grande y finalmente, los raspados preparados con miel a base de grano (nuez y pistache) son vendidos a \$22.00 el tamaño chico y \$27.00 el grande.

Los frascos en los que se deposita la miel, tienen capacidad de 4 litros; un frasco de miel de cualquier sabor alcanza para preparar 50 raspados de tamaño chico o 40 raspados de tamaño grande; por lo que la cantidad de miel con que se prepara un raspado chico es de .80 litros y de .100 para un raspado grande. Actualmente Fresk-che raspados cuenta con 10 frascos llenos (40 litros) de miel de fruta, 5 frascos llenos (20 litros) de miel de leche y 4 frascos llenos (16 litros) de miel de grano para cubrir la demanda de los próximos días en que la Srta. Karla Lara (quien se encarga de proveer todos los materiales para la preparación de los raspados) estará ausente.

La barra de hielo con que se preparan los raspados, tiene un peso aproximado de 13.755 kilogramos. Se calcula que un raspado chico del sabor que sea, requiere de .209kg de hielo para su preparación y un raspado grande de .343kg. Actualmente en Fresk-che se cuenta con 16 barras (220.8kg)<sup>8</sup> de hielo disponible para cubrir la demanda de los próximos días.

A todos los raspados (independientemente de su tamaño o sabor) se les pone una cuchara, un popote, y una servitoalla gruesa como parte de su presentación. En el almacén de la Srta. Karla Lara, se encuentran: 750 vasos de 228ml y 500 vasos de 355ml, una caja con 1500 popotes, 30 paquetes de cucharas con 50 unidades cada uno (30 (50)= 1500) y 15 rollos de servitoallas de 90 unidades cada uno (15 (90)= 1350); disponibles para cubrir la demanda de los próximos días en que la Srta. Karla Lara estará ausente.

El costo de producción de cada tipo de raspado, habiendo contemplado costos fijos

7 La Srta. Karla Lara prefiere llamar mieles a los jarabes que prepara para dar sabor a los raspados que se venden en su negocio, por el espesor que éstos tienen.

8 16 (13.755kg, peso de 1 barra de hielo)=220.8kg

y variables es de \$8.54 el raspado chico de miel de fruta y \$9.50 el grande; \$9.94 el raspado chico de miel de leche y 11.25 el grande y por último \$11.71 el raspado chico de miel a base de grano y \$13.94 el grande.

La señorita Karla Lara, necesita saber qué cantidad de cada tipo y tamaño de raspado debe vender, para maximizar sus ganancias en los días que estará ausente, teniendo en cuenta que la demanda semanal de sus raspados, está limitada a 60 unidades el raspado chico de miel de fruta, 25 unidades el raspado grande de miel de fruta, 100 unidades el raspado chico de miel de leche, 45 unidades el raspado grande de miel de leche, 24 unidades el raspado chico de miel a base de grano y 15 unidades el raspado grande de miel a base de grano. Para ello elaborará un Modelo Matemático de Programación Lineal (MMPL). El 20% de las ganancias obtenidas en los días que la Srta. Karla Lara no estará, serán utilizadas para pagar su examen de certificación del idioma inglés.

### Paso 1. Identificación de las variables de decisión:

Lo que se desea obtener es el número de raspados de cada tipo y tamaño que se deben vender en Fres-k-che para maximizar las ganancias. Por lo que el único aspecto sobre el que se puede decidir, para obtener mayores ganancias, es el número de cada tipo y tamaño de raspado que debe venderse.

$X_1$  = Cantidad de raspados chicos de miel de fruta que se deben vender

$X_2$  = Cantidad de raspados grandes de miel de fruta que se deben vender

$X_3$  = Cantidad de raspados chicos de miel de leche que se deben vender

$X_4$  = Cantidad de raspados grandes de miel de leche que se deben vender

$X_5$  = Cantidad de raspados chicos de miel a base de grano que se deben vender

$X_6$  = Cantidad de raspados grandes de miel a base de grano que se deben vender

### Paso 2. Identificación de datos:

Tamaño	cantidad de miel (lt)		(unidades)						
	Fruta	Leche	Grano	Hielo (kg)	Vasos		Popotes	Cucharas	Servitoyas
Chico	.80	.80	.80	.209	1		1	1	1
Grande	.100	.100	.100	.343		1	1	1	1
Disponibile	40	20	16	220.8	750	500	1500	1500	1350

Tipo de raspado	Tamaño	Costo de producción (\$)	Precio de venta (\$)	Ganancia (\$)	Demanda
Fruta	Chico	8.54	15	6.46	60
	Grande	9.50	20	10.50	25
Leche	Chico	9.94	17	7.06	100
	Grande	11.25	22	10.75	45
Grano	Chico	11.71	22	10.29	24
	Grande	13.94	27	13.06	15

**Paso 3. Identificación de la función objetivo:**

El objetivo perseguido por la Srta. Karla Lara, es maximizar las ganancias para su negocio en los próximos días; para obtener la ganancia, en el cuadro de arriba he indicado el precio de producción de cada tipo y tamaño de raspado y el costo de venta de éstos mismos. Por lo que la ganancia, es el resultado de restar al precio de venta el costo de producción.

Por lo que la ganancia a maximizar, es igual a la suma de las ganancias de cada tipo y tamaño de raspado que se debe vender:

$$\text{Max } \$G = 6.46 X_1 + 10.50 X_2 + 7.06 X_3 + 10.75 X_4 + 10.29 X_5 + 13.06 X_6$$

**Paso 4. Identificación de las restricciones:****Restricción de la cantidad de litros de miel de fruta**

El problema nos indica que se cuenta con 10 frascos llenos de miel de fruta, con capacidad de 4 litros, lo que se traduce en 40 litros de esta miel para cubrir la demanda de los próximos días. Teniendo en cuenta que cada raspado de miel de fruta chico  $X_1$  requiere .80 litros para su preparación y cada raspado de miel de fruta grande  $X_2$  requiere .100 litros, obtenemos la siguiente expresión y de ahí una inecuación:

La cantidad de miel utilizada para los raspados chicos de miel de fruta, más la cantidad de miel utilizada para los raspados grandes de miel de fruta no debe ser mayor a 40 litros.

$$.80\text{lt/u } X_1\text{u} + .100\text{lt/u } X_2\text{u} \leq 40\text{lt}$$

$$.80 X_1 + .100 X_2 \leq 40$$

**Restricción de la cantidad de litros de miel de leche**

El problema nos indica que se cuenta con cinco frascos llenos de miel de leche, con capacidad de 4 litros, lo que se traduce en 20 litros de esta miel para cubrir la demanda de los próximos días. Teniendo en cuenta que cada raspado chico de miel de leche  $X_3$  requiere .80 litros para su preparación y cada

raspado grande de miel de leche  $X_4$  requiere .100 litros, obtenemos la siguiente expresión y de ahí una inecuación:

La cantidad de miel utilizada para los raspados chicos de miel de leche, más la cantidad de miel utilizada para los raspados grandes de miel de leche no debe ser mayor a 20 litros.

$$.80\text{lt/u } X_3\text{u} + .100\text{lt/u } X_4\text{u} \leq 20\text{lt}$$

$$.80 X_3 + .100 X_4 \leq 20$$

**Restricción de la cantidad de litros de miel a base de grano**

El problema nos indica que se cuenta con cuatro frascos llenos de miel a base de grano, con capacidad de 4 litros, lo que se traduce en 16 litros de esta miel para cubrir la demanda de los próximos días. Teniendo en cuenta que cada raspado chico de miel a base de grano  $X_5$  requiere .80 litros para su preparación y cada raspado grande de miel a base de grano  $X_6$  requiere .100 litros, obtenemos la siguiente expresión y de ahí una inecuación:

La cantidad de miel utilizada para los raspados chicos de miel a base de grano, más la cantidad de miel utilizada para los raspados grandes de miel a base de grano no debe ser mayor a 16 litros.

$$.80\text{lt/u } X_5\text{u} + .100\text{lt/u } X_6\text{u} \leq 16\text{lt}$$

$$.80 X_5 + .100 X_6 \leq 16$$

**Restricciones del hielo**

La barra de hielo con que se preparan los raspados, tiene un peso aproximado de 13.755 kilogramos. Se calcula que un raspado chico del sabor que sea, requiere de .209kg de hielo para su preparación y un raspado grande de .343kg. Actualmente en Fres-k-che se cuenta con 16 barras (220.8kg)<sup>9</sup> de hielo disponible para cubrir la demanda de los próximos días.

La redacción del problema nos indica que se cuenta 220.8kg de hielo (16 barras), para cubrir la demanda de los próximos días en que se pretende maximizar las ganancias. Tomando en cuenta que un raspado de chi-

7 16 (13.755kg, peso de 1 barra de hielo)=220.8kg

co del sabor que sea  $X_1$ ,  $X_3$ ,  $X_5$ , requiere para su preparación .209kg de hielo y un raspado grande de cualquier sabor  $X_2$ ,  $X_4$ ,  $X_6$  requiere .343kg de hielo, obtenemos la siguiente expresión y de ahí una inecuación:

$$.209\text{kg}/u X_1 u + .209 \text{ kg}/u X_3 u + .209 \text{ kg}/u X_5 u + .343 \text{ kg}/u X_2 u + .343 \text{ kg}/u X_4 u + .343 \text{ kg}/u X_6 u \leq 220.8\text{kg}$$

$$.209 X_1 + .343 X_2 + .209 X_3 + .343 X_4 + .209 X_5 + .343 X_6 \leq 220.8$$

#### Restricciones de los vasos de 228 ml (tamaño chico)

Para cada raspado chico independientemente de su tipo  $X_1$ ,  $X_3$ ,  $X_5$ , se utiliza un vaso de 228 ml, el problema nos indica que contamos con 750 vasos de 228ml para cubrir la demanda de los próximos días, por lo que obtenemos la siguiente expresión y de ahí una inecuación:

$$1\text{vaso}/u X_1 u + 1\text{vaso}/u X_3 u + 1\text{vaso}/u X_5 u \leq 750 \text{ vasos}$$

$$X_1 + X_3 + X_5 \leq 750$$

#### Restricciones de los vasos de 355ml (tamaño grande)

Para cada raspado grande independientemente de su tipo  $X_2$ ,  $X_4$ ,  $X_6$ , se utiliza un vaso de 355 ml, el problema nos indica que contamos con 500 vasos de 355ml para cubrir la demanda de los próximos días, por lo que obtenemos la siguiente expresión y de ahí una inecuación:

$$1\text{vaso}/u X_2 u + 1\text{vaso}/u X_4 u + 1\text{vaso}/u X_6 u \leq 500 \text{ vasos}$$

$$X_2 + X_4 + X_6 \leq 500$$

#### Restricciones de los popotes

El problema nos indica que para cada raspado sin importar su tipo y tamaño  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_5$ ,  $X_6$ , se requiere un popote, considerando que contamos con 1,500 popotes, obtenemos la siguiente expresión y de ahí una inecuación

$$1\text{popote}/u X_1 u + 1\text{popote}/u X_2 u + 1\text{popote}/u X_3 u + 1\text{popote}/u X_4 u +$$

$$1\text{popote}/u X_5 u + 1\text{popote}/u X_6 u \leq 1500 \text{ popotes}$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 \leq 1500$$

#### Restricciones de las cucharas

El problema nos indica que para cada raspado sin importar su tipo y tamaño  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_5$ ,  $X_6$ , se requiere una cuchara, considerando que contamos con 1,500 cucharas, obtenemos la siguiente expresión y de ahí una inecuación

$$1\text{cuchara}/u X_1 u + 1\text{cuchara}/u X_2 u + 1\text{cuchara}/u X_3 u + 1\text{cuchara}/u X_4 u + 1\text{cuchara}/u X_5 u + 1\text{cuchara}/u X_6 u \leq 1500 \text{ cucharas}$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 \leq 1500$$

#### Restricciones de las servitoallas

El problema nos indica que para cada raspado sin importar su tipo y tamaño  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_5$ ,  $X_6$ , se requiere una servitoalla, considerando que contamos con 1,350 servitoallas, obtenemos la siguiente expresión y de ahí una inecuación

$$1\text{servitoalla}/u X_1 u + 1\text{servitoalla}/u X_2 u + 1\text{servitoalla}/u X_3 u + 1\text{servitoalla}/u X_4 u + 1\text{servitoalla}/u X_5 u + 1\text{servitoalla}/u X_6 u \leq 1350 \text{ servitoallas}$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 \leq 1350$$

#### Restricciones de la demanda.

Considerando lo que dicta el problema, acerca de que la demanda semanal está limitada a: 60 unidades del raspado chico de miel de fruta  $X_1$ , 25 unidades del raspado grande de miel de fruta  $X_2$ , 100 unidades del raspado chico de miel de leche  $X_3$ , 45 unidades del raspado grande de miel de leche  $X_4$ , 24 unidades del raspado chico de miel a base de grano  $X_5$  y 15 unidades del raspado grande de miel a base de grano  $X_6$ . Obtenemos las siguientes inecuaciones:

$$X_1 \leq 60$$

$$X_2 \leq 25$$

$$X_3 \leq 100$$

$$X_4 \leq 45$$

$$X_5 \leq 24$$

$$X_6 \leq 15$$

Restricciones de lógica

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, X_3 \geq 0, X_4 \geq 0, X_5 \geq 0, X_6 \geq 0.$$

**Paso 5. Formulación del Modelo Matemático de Programación Lineal para encontrar solución al problema:**

$$\text{Max } G = 6.46 X_1 + 10.50 X_2 + 7.06 X_3 + 10.75 X_4 + 10.29 X_5 + 13.06 X_6$$

Sujeto a

$$.80 X_1 + .100 X_2 \leq 40$$

$$.80 X_3 + .100 X_4 \leq 20$$

$$.80 X_5 + .100 X_6 \leq 16$$

$$.209 X_1 + .343 X_2 + .209 X_3 + .343 X_4 + .209 X_5 + .343 X_6 \leq 220.8$$

$$X_1 + X_3 + X_5 \leq 750$$

$$X_2 + X_4 + X_6 \leq 500$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 \leq 1500$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 \leq 1500$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 \leq 1350$$

$$X_1 \leq 60$$

$$X_2 \leq 25$$

$$X_3 \leq 100$$

$$X_4 \leq 45$$

$$X_5 \leq 24$$

$$X_6 \leq 15$$

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, X_3 \geq 0, X_4 \geq 0, X_5 \geq 0, X_6 \geq 0.$$

**Paso 6. Formulación del modelo matemático dual de Programación Lineal.**

$$\text{Min } H = 40y_1 + 20y_2 + 16y_3 + 220.8y_4 + 750y_5 + 500y_6 + 1500y_7 + 1500y_8 + 1350y_9 + 60y_{10} + 25y_{11} + 100y_{12} +$$

$$45y_{13} + 24y_{14} + 15y_{15}$$

Sujeto a

$$.80y_1 + 0y_2 + 0y_3 + .209y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + y_{10} + 0y_{11} + 0y_{12} + 0y_{13} + 0y_{14} + 0y_{15} \leq 6.46$$

$$.100y_1 + 0y_2 + 0y_3 + .343y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + 0y_{10} + 0y_{11} + 0y_{12} + 0y_{13} + 0y_{14} + 0y_{15} \leq 10.50$$

$$0y_1 + .80y_2 + 0y_3 + .209y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + 0y_{10} + 0y_{11} + y_{12} + 0y_{13} + 0y_{14} + 0y_{15} \leq 7.06$$

$$0y_1 + .100y_2 + 0y_3 + .343y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + 0y_{10} + 0y_{11} + 0y_{12} + y_{13} + 0y_{14} + 0y_{15} \leq 10.75$$

$$0y_1 + 0y_2 + .80y_3 + .209y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + 0y_{10} + 0y_{11} + 0y_{12} + 0y_{13} + y_{14} + 0y_{15} \leq 10.29$$

$$0y_1 + 0y_2 + .100y_3 + .343y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + 0y_{10} + 0y_{11} + 0y_{12} + 0y_{13} + 0y_{14} + y_{15} \leq 13.06$$

$$y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + y_{10} + y_{11} + y_{12} + y_{13} + y_{14} + y_{15} \geq 0$$

**Paso 7. Solución del problema aplicando el método simplex con el paquete WinQSB.**

Variable	X1	X2	X3	X4	X5	X6	Direction	R.H.S.
Maximize	6.46	10.50	7.06	10.75	10.29	13.06		
C1	.80	.100	0	0	0	0	<=	40
C2	0	0	.80	.100	0	0	<=	20
C3	0	0	0	0	.80	.100	<=	16
C4	.209	.343	.209	.343	.209	.343	<=	220.8
C5	1	0	1	0	1	0	<=	750
C6	0	1	0	1	0	1	<=	500
C7	1	1	1	1	1	1	<=	1500
C8	1	1	1	1	1	1	<=	1500
C9	1	1	1	1	1	1	<=	1350
C10	1	0	0	0	0	0	<=	60
C11	0	1	0	0	0	0	<=	25
C12	0	0	1	0	0	0	<=	100
C13	0	0	0	1	0	0	<=	45
C14	0	0	0	0	1	0	<=	24
C15	0	0	0	0	0	1	<=	15
Lowerbound	0	0	0	0	0	0		
Upperbound	M	M	M	M	M	M		
Variable Type	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous		

Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit (c <sub>j</sub> )	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. (c <sub>j</sub> )	Allowable Max. (c <sub>j</sub> )
X1	46.8750	6.4680	302.8125	0	basic	0	64.0000
X2	25.0000	10.5000	262.5000	0	basic	0.0025	M
X3	19.3750	7.0680	136.7875	0	basic	0	66.0000
X4	45.0000	10.7500	482.7500	0	basic	0.0025	M
X5	18.1250	10.2000	185.5625	0	basic	0	184.4000
X6	15.0000	13.0680	195.0000	0	basic	1.2062	M
Objective Function		(Max.) =	1,568.2560				

Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. (RHS)	Allowable Max. (RHS)
C1	40.0000	=	40.0000	0	0.0750	2.5000	50.5000
C2	20.0000	=	20.0000	0	0.0250	4.5000	64.5000
C3	16.0000	=	16.0000	0	12.8625	1.5000	29.7000
C4	46.7894	=	228.0000	174.8106	0	46.7894	M
C5	168.3750	=	750.0000	580.6250	0	168.3750	M
C6	168.3750	=	500.0000	330.6250	0	168.3750	M
C7	168.3750	=	1,500.0000	1,330.6250	0	168.3750	M
C8	168.3750	=	1,500.0000	1,330.6250	0	168.3750	M
C9	168.3750	=	1,250.0000	1,180.6250	0	168.3750	M
C10	46.8750	=	60.0000	13.1250	0	46.8750	M
C11	25.0000	=	25.0000	0	9.6325	0	400.0000
C12	19.3750	=	100.0000	80.6250	0	19.3750	M
C13	45.0000	=	45.0000	0	9.0675	0	200.0000

Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit (c <sub>j</sub> )	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. (c <sub>j</sub> )	Allowable Max. (c <sub>j</sub> )
X2	25.0000	10.5000	262.5000	0	basic	0.0025	M
X3	19.3750	7.0680	136.7875	0	basic	0	66.0000
X4	45.0000	10.7500	482.7500	0	basic	0.0025	M
X5	18.1250	10.2000	185.5625	0	basic	0	184.4000
X6	15.0000	13.0680	195.0000	0	basic	1.2062	M
Objective Function		(Max.) =	1,568.2560				

Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. (RHS)	Allowable Max. (RHS)
C1	40.0000	=	40.0000	0	0.0750	2.5000	50.5000
C2	20.0000	=	20.0000	0	0.0250	4.5000	64.5000
C3	16.0000	=	16.0000	0	12.8625	1.5000	29.7000
C4	46.7894	=	228.0000	174.8106	0	46.7894	M
C5	168.3750	=	750.0000	580.6250	0	168.3750	M
C6	168.3750	=	500.0000	330.6250	0	168.3750	M
C7	168.3750	=	1,500.0000	1,330.6250	0	168.3750	M
C8	168.3750	=	1,500.0000	1,330.6250	0	168.3750	M
C9	168.3750	=	1,250.0000	1,180.6250	0	168.3750	M
C10	46.8750	=	60.0000	13.1250	0	46.8750	M
C11	25.0000	=	25.0000	0	9.6325	0	400.0000
C12	19.3750	=	100.0000	80.6250	0	19.3750	M
C13	45.0000	=	45.0000	0	9.0675	0	200.0000
C14	18.1250	=	34.0000	5.8750	0	18.1250	M
C15	15.0000	=	15.0000	0	11.7730	0	160.0000

## Resultados:

$G = 1,568.2560$  pesos con  $X_1 = 47$  raspados,  
 $X_2 = 25$ ,  $X_3 = 19$ ,  $X_4 = 45$ ,  $X_5 = 18$ ,  $X_6 = 15$ .

## Conclusiones

- Ha sido notable la disminución de la resistencia por parte de los alumnos de Ciencias Sociales a construir el MMPL y su solución para encontrar el mejor resultado.
- Se ha reducido notablemente el temor a participar en clase ante la expectativa de los cálculos que se tendrían que realizar al utilizar el método gráfico y el simplex para encontrar la solución óptima del problema.
- El uso de la computadora y de un paquete específico de IO ha permitido mayor número de ejercicios de construcción de MMPL.

- Lo que es más importante, se han percatado los estudiantes de Ciencias Sociales que pueden también ellos construir modelos matemáticos para resolver problemas de toma de decisiones reales. ☺

## Referencias y bibliografía

Daellenbach, H. G., George, J. A. & McNickle, D. C. (1983). *Introduction to Operations Research Techniques*. Ed. Allyn and Bacon, Inc. USA.

Eppen, G. D. et al. (2000). *Investigación de operaciones en la ciencia administrativa*. Prentice Hall Hispanoamericana, S. A. México.

Hadley, G. (2001). *Linear Programming*. Ed. Addison Wesley Publishing Co. USA.

Hillier, F. S. & Lieberman, G. J. (2001). *Investigación de operaciones*. McGraw Hill Interamericana Editores, S. A. de C. V. México.

Mathur, K. & Solow, D. (1996). *Investigación de operaciones. El arte de la toma de decisiones*. Ed. Prentice Hall Hispanoamericana, S. A. México.

Moskowitz, H. & Wright, G. P. (1979). *Investigación de operaciones* Ed. Prentice Hall Hispanoamericana, S. A. México.

Pierdant A., Rodríguez F. y Ramírez V. (2009). "Notas del Curso de Investigación de Operaciones", Área de Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales, DCSH, UAM-Xochimilco. México.

Richmond, S. B., (1968). *Operations Research for Management Decisions*. Ed. The Ronald Press Company. USA.

Ross Ricardo, (2008). "El alumno kinestésico y el fracaso escolar". Ed. U.B. España.

Taha, H. A. (1997). *Investigación de operaciones. Una introducción*. Ed. Prentice Hall Hispanoamericana, S. A. México.

Thierauf, F. J. & Grosse, R. A. (1970). *Decision making through operations research*. Ed. John Wiley & Sons, Inc. USA.

Winston, W. L. (2004). *Investigación de operaciones. Aplicaciones y algoritmos*. Internacional Thomson Editores, SA de CV. México.

## “Asómese a SOMECE”

La Dirección General de Educación Secundaria Técnica-Media de la Secretaría de Educación Pública, invitó a SOMECE para que tuviera su propia barra de televisión dentro de su estación televisiva DGESTTV, fue entonces que nace el programa Asómese a SOMECE.

Los maestros de Secundaria en el Distrito Federal y sus estudiantes, son las principales audiencias de la programación que se ofrece a través de DGESTTV, por lo que desde el mes de noviembre, semana a semana se tiene un espacio en el que se han presentado diversos proyectos de la sociedad a la comunidad educativa.

El programa, tiene como objetivo compartir saberes a través de la presentación de diferentes invitados, todos ellos miembros de la SOMECE, que en interesantes entrevistas, brinde momentos de creatividad, ideas, conocimiento fresco, motivación, inquietudes por aplicar las tecnologías en los diferentes procesos educativos y potenciar estos recursos. Además de compartir experiencias, abre un espacio para el intercambio mediante las

redes sociales, particularmente a través del uso de chat, en las que se hacen preguntas a los invitados así como comentarios y aportes a lo tratado. El programa se transmite en vivo con una duración de 40 minutos.

Este espacio también ha sido el canal para que SOMECE dé a conocer, a través de sus Consejos Directivo y Consultivo, los objetivos de trabajo de la organización y cómo estos van dirigidos a que la audiencia vea a la sociedad como en un faro de la educación con tecnología en México.

Las transmisiones son los días jueves de 09:40 a 10:20 hrs., y puede seguirse en tiempo real a través de <http://dgestmedia.dyndns.tv/> en caso de querer ver los programas posteriormente, pueden recuperarse a través de *youtube*, poniendo en el buscador Asomese a SOMECE.

Están todos invitados a disfrutar e interactuar con los temas que le brinda el programa, los esperamos.



¡ASÓMATE YA!





Nueva sede de la Sociedad Mexicana de Computación  
en la Educación (SOMECE)

Pitágoras #842, Col. del Valle, Del. Benito Juárez, entre  
Eje 5, Eugenia y Concepción Béistegui, C.P. 03100, México D.F

+52 (55) 5543-3613 / +52 (55) 5709-9987

#### Redes Sociales:



<http://www.facebook.com/somece>

<http://www.facebook.com/pages/SOMECE/321161051423?ref=hl>



[https://twitter.com/SOMECE\\_AC](https://twitter.com/SOMECE_AC)



[mx.linkedin.com/pub/somece-a-c/67/143/951/](http://mx.linkedin.com/pub/somece-a-c/67/143/951/)

